



Hak Cipta :

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



**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICOHYDRO
(PLTPH) DI DESA PUCANG BANJARNEGARA**

“Sub-Judul: Desain dan Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro”

LAPORAN TUGAS AKHIR

Pengusul :

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**
NUR AZIZ TAUFIQULHAKIM
NIM 2302311091

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

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



Desain dan Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin.

Disusun Oleh

Nur Aziz Taufiqulhakim

NIM. 2302311091

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

“ Untuk kedua orang tua saya, terima kasih atas cinta yang tak pernah meminta balasan dan doa yang tak pernah berhenti dipanjatkan. Semoga Allah SWT senantiasa menjaga kalian dan menjadikan saya anak yang mampu mewujudkan setiap harapan kalian. “





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 PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICOHYDRO (PLTPH)
DI DESA PUCANG BANJARNEGARA**

"Sub-Judul: Desain dan Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro"

Oleh

Nur Aziz Taufiqulhakim

NIM. 2302311091

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir ini telah di setujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

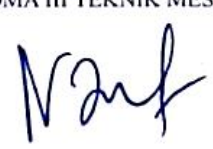

Drs. Nugroho Eko Setijogiarto, M.T.

NIP. 196512131992031001


Budi Yuwono, S.T

NIP. 196306191990031002

KETUA PROGRAM STUDI
DIPLOMA III TEKNIK MESIN


Nabila Yudisha, S.T., M.T.

NIP. 199311302023212045



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 PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**DESAIN DAN PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
PICOHYDRO (PLTPH)**

DI DESA PUCANG BANJARNEGARA

Oleh

Nur Aziz Taufiqulhakim

NIM. 2302311091

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada Tanggal ~~17/06~~ 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Drs. Nugroho Eko Setijogiarto, M.T NIP. 196512131992031001	Moderator		28/07 2026
2	Ir. Rosidi, S.T., M.T NIP. 196509131990031001	Penguji 1		28/07 2026
3	Nabila Yudisha, S.T., M.T. NIP. 199311302023212045	Penguji 2		28/07 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.
NIP. 197602252000121002



Hak Cipta :

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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Aziz Taufiqulhakim

Nim : 2302311091

Program Studi : Diploma DIII Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan rujuk sesuai dengan etika ilmiah

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya

Depok, 17 Juli 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Nur Aziz Taufiqulhakim



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

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PICOHYDRO POWER PLANT (PLTPH) IN PUCANG VILLAGE, BANJARNEGARA

Nur Aziz Taufiqulhakim¹⁾, Nugroho Eko Setijogiarto²⁾, Budi Yuwono³⁾

1) Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: nur.azis.taufiqulhakim.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Air Skala Kecil adalah salah satu pilihan untuk menghasilkan energi terbarukan dengan memanfaatkan aliran air dalam skala kecil untuk menghasilkan listrik. Penelitian ini bertujuan membuat PLTPH di Desa Pucang, Kabupaten Banjarnegara, dengan menerapkan metode VDI 2221 dan menganalisis daya tahan struktur menggunakan simulasi SolidWorks berdasarkan analisis elemen hingga (FEA). Proses pembuatan desain meliputi beberapa tahap, yaitu memahami tugas awal, merancang secara konseptual, merancang bentuk, serta merancang detailnya, selanjutnya berakhir dengan pembuatan model dalam tiga dimensi (3D) dan gambar kerja dalam dua dimensi (2D). Analisis dilakukan pada dua jenis bahan rangka, yaitu Baja Karbon AISI 1023 dan Baja Galvanis, dengan mempertimbangkan beberapa parameter seperti tegangan von Mises, perpindahan, regangan, serta faktor keamanan (FoS). Penelitian ini menunjukkan bahwa metode VDI 2221 dapat digunakan untuk membuat desain PLTPH yang terstruktur, sesuai dengan kondisi di lapangan, dan bisa dijadikan petunjuk dalam proses pembuatan barang. Berdasarkan hasil simulasi, kedua bahan tersebut memenuhi standar keamanan struktural; Namun Baja Karbon AISI 1023 memiliki performa struktural yang lebih baik, sehingga disarankan digunakan sebagai bahan pembuatan rangka untuk PLTPH.

Kata kunci: PLTPH, VDI 2221, SolidWorks Simulation, Finite Element Analysis, AISI 1023 Carbon Steel.



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 THE WORK OF THE *PICOHYDRO* POWER GENERATION MACHINE (PLTPH) IN PUCANG VILLAGE, BANJARNEGARA

Nur Aziz Taufiqulhakim¹⁾, Nugroho Eko Setijogiarto²⁾, Budi Yuwono³⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: nur.azis.taufiqulhakim.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRACT

Small-scale hydroelectric power plants are one option for generating renewable energy by harnessing small-scale water flow to produce electricity. This study aims to construct a small-scale hydroelectric power plant in Pucang Village, Banjarnegara Regency, by applying the VDI 2221 method and analyzing the structural durability using SolidWorks simulations based on finite element analysis (FEA). The design process involves several stages, namely understanding the initial task, conceptual design, form design, and detailed design, culminating in the creation of a three-dimensional (3D) model and two-dimensional (2D) working drawings. The analysis was conducted on two types of frame materials—AISI 1023 carbon steel and galvanized steel—taking into account several parameters such as von Mises stress, displacement, strain, and the safety factor (FoS). This study demonstrates that the VDI 2221 method can be used to create a well-structured PLTPH design tailored to on-site conditions and can serve as a guideline for the manufacturing process. Based on the simulation results, both materials meet structural safety standards; however, AISI 1023 carbon steel exhibits better structural performance and is therefore recommended for use as the frame material for PLTPH.

Keywords: PLTPH, VDI 2221, SolidWorks Simulation, Finite Element Analysis, AISI 1023 Carbon Steel.

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 dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Desain dan Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPH)”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi D-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dosen yang telah memberikan arahan serta fasilitas selama penulis menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Mesin.
2. Ibu Nabila Yudisha, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan tugas akhir ini
3. Bapak Drs. Nugroho Eko Setijogiarto, Dipl.Ing., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Budi Yuwono, S.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua tercinta, yang selalu menjadi sumber kekuatan dan inspirasi bagi penulis. Terima kasih atas segala doa, kasih sayang, pengorbanan, dukungan moral maupun material, serta semangat yang tidak pernah putus sehingga penulis dapat menyelesaikan proses pendidikan hingga tahap ini.
6. Kepada Kakek dan Nenek tercinta, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, nasihat, serta dukungan kepada penulis selama menempuh pendidikan. Terima kasih atas segala perhatian dan semangat yang diberikan sehingga penulis dapat



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

menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, kebahagiaan, dan keberkahan kepada Kakek dan Nenek.

7. Kepada kakak tercinta, yang selalu memberikan dukungan, semangat, perhatian, dan doa kepada penulis selama menempuh pendidikan. Terima kasih atas segala bantuan dan motivasi yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Kepada Chesea Odelia Salsabila S.TP. , yang telah memberikan bantuan dukungan, dan semangat kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas segala masukan dan perhatian yang diberikan. Semoga kebahagiaan dan kesuksesan selalu menyertai setiap langkahnya.
9. Kepada Adyatama Permana Kusuma dan Salim Mutohari selaku partner dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yang telah bekerja sama, saling membantu, serta memberikan dukungan selama proses perancangan, pengujian, hingga penyelesaian Tugas Akhir. Terima kasih atas kebersamaan, kerja keras, dan semangat yang telah diberikan sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
10. Kepada seluruh teman kelas MPRO 6D, yang selalu memberikan dukungan selama proses rancang bangun, Terima kasih juga atas kebersamaan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
11. Teman-teman di Banjarnegara yang selalu ada menemani, membantu, dan memberikan semangat selama proses perancangan serta pengujian Pembangkit Listrik Tenaga *Picohydro* (PLTPH) ini. Terima kasih atas kebersamaan dan dukungan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
12. Kepada Keluarga M23 dan seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam berkuliah selama kurang lebih 2 tahun ini dari segala aspek, memberi support terbaik kepada penulis selama berkuliah.



© 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

Penulis menyadari bahwa masih terdapat berbagai kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “Desain dan Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga *Picohydro* (PLTPH)” ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan pengembangan penelitian di masa mendatang. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat, menambah wawasan, serta menjadi referensi bagi mahasiswa maupun pihak lain yang tertarik pada pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga *picohydro* sebagai sumber energi terbarukan.

Depok 17 Juli 2026

Nur Azis Taufiqulhakim

Nim : 2302311091

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan Umum	4
1.3.2 Tujuan Khusus	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Lokasi Objek Tugas Akhir	7
1.7 Sistematika Penulisan	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPH).....	10
2.2 Potensi Energi Air pada Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro	13
2.2.1 Debit Air	14
2.2.2 Titik Jatuh Air (Head)	15
2.3 Perhitungan Ukuran Turbin Crossflow.....	16
2.3.1 Kecepatan Aliran Air Masuk Turbin.....	16
2.3.2 Diameter Runner	16



Hak Cipta :

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

2.3.3 Jarak Antar Sudu	17
2.4 Metode Perancangan VDI 2221	18
2.5 SolidWork dan Simulation	19
2.5.1 SolidWork	19
2.6 <i>Finite Element Analysis</i> (FEA).....	20
2.7 Analisis Simulasi	20
2.7.1 Tegangan <i>Von Mises Stress</i>	20
2.7.2 <i>Displacement</i>	21
2.7.3 <i>Strain</i>	21
2.7.4 <i>Factor of Safety</i> (FoS).....	21
BAB III METODOLOGI.....	23
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
3.1.1 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2 Alat dan Bahan	25
3.2.1 Alat.....	25
3.2.2 Bahan dan Data.....	25
3.3 Pengumpulan data lapangan.....	26
1. Debit air (Q)	26
3.4 Pengumpulan data berat part	27
3.5 Analisa Peraancangan Menggunakan Metode VDI 2221.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Turbin PLTPH.....	30
4.1.1 Kondisi Lapangan sebagai Dasar Pemilihan Turbin.....	30
4.1.2 Pemilihan Jenis Turbin	30
4.1.3 Perhitungan Dimensi Turbin.....	31
4.1.4 Spesifikasi Teknis Turbin.....	33
4.2 Hasil Penerapan Metode VDI 2221	33
4.2.1 Klarifikasi Tugas (<i>Clarification of Task</i>)	33
4.2.2 Penentuan Fungsi dan Struktur Fungsi (<i>Function Determination</i>).....	35
4.2.3 Pencarian Prinsip Solusi (<i>Search for Solution Principles</i>)	36



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

4.2.4 Pembagian ke dalam Modul Realisasi (<i>Division into Realizable Modules</i>)	36
4.2.5 Pengembangan Rancangan Wujud Modul Kunci (<i>Development of Key Module Layouts</i>)	37
4.2.6 Penyelesaian Rancangan Wujud Keseluruhan (<i>Completion of Overall Layout</i>)	37
4.2.7 Penyiapan Dokumen Produksi dan Penggunaan (<i>Preparation of Production Documents</i>)	38
4.3 Hasil Desain	39
4.3.1 Desain 3D	40
4.3.2 Hasil Desain 2D	41
4.4 Hasil Simulasi Rangka	46
4.4.1 Simulasi Rangka Menggunakan Material 1023 Carbon Steel Sheet (SS) ..	47
4.4.2 Simulasi Rangka Menggunakan Material Galvanis Steel	51
4.4.3 Tabel perbandingan material rangka 1 menggunakan 1023 <i>Carbon Steel Sheet</i> dengan Galvanis Steel	56
4.4.4 Tabel Perbandingan material rangka 2 menggunakan 1023 Carbon Steel Sheet dengan Galvanis Steel	58
4.5 Hasil Manufaktur	58
4.6 Pembahasan	60
4.6.1 Kesesuaian hasil desain dengan konsep perancangan	60
4.6.2 Analisa Perbandingan Kekuatan Struktural Berdasarkan Hasil Simulasi	61
4.6.3 Pengaruh Geometri Rangka Terhadap Distribusi Tangan	62
4.6.4 Kesesuaian Hasil Simulasi dengan Pemilihan Material Proses Manufaktur	64
BAB V PENUTUP	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	70



Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Objek Tugas Akhir	7
Gambar 2. 1 Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro	10
Sumber : Dokumentasi Pribadi	10
Gambar 2. 2 Gambar Potensial air	13
Gambar 2. 3 Energi potensial air	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir	24
Gambar 4. 1 Hasil Desain 3D menggunakan Software Solidworks	41
Gambar 4. 2 Hasil desain dimensi (2D Assembly) Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro menggunakan SolidWorks.	42
Gambar 4. 3 Hasil desain dua dimensi (2D Rangka 1) menggunakan Software SolidWorks.	43
Gambar 4. 4 Hasil desain dua dimensi (2D Rangka 2) menggunakan Software SolidWorks.	44
Gambar 4. 5 Hasil desain dua dimensi (2D Cover Generator) menggunakan Software SolidWorks	45
Gambar 4. 6 Hasil desain dua dimensi (2D Turbin tipe Crosflow 2) menggunakan Software SolidWorks.	45
Gambar 4.7 Hasil Akhir Proses Manufaktur Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPH)	59



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	25
Tabel 3. 2 Data Kondisi Lapangan	27
Tabel 3. 3 Data berat part	27
Tabel 4 1 Spesifikasi turbin yang diperoleh dari perhitungan.....	33
Tabel 4.1 Daftar tuntutan (requirement list) perancangan turbin dan rangka PLTPH	34
Tabel 4.2 Morphological chart alternatif solusi perancangan PLTPH	36
Tabel 4.3 Pembagian modul realisasi perancangan PLTPH.....	36
Tabel 4. 5 Perbandingan Material Rangka 1	56
Tabel 4. 6 Perbandingan Material Rangka 2	58
Tabel 4. 7 Perbandingan Kekuatan Struktural.....	61

**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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, perkembangan industri, serta kemajuan teknologi. Di sisi lain, penggunaan energi fosil sebagai sumber energi utama masih mendominasi kebutuhan energi dunia, padahal sumber energi tersebut bersifat tidak terbarukan dan menghasilkan emisi gas rumah kaca yang berdampak terhadap perubahan iklim. Oleh karena itu, pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT) menjadi salah satu solusi untuk mewujudkan sistem energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan [1].

Indonesia memiliki potensi energi baru terbarukan yang sangat besar, salah satunya berasal dari energi air. Kondisi geografis Indonesia yang memiliki banyak sungai, saluran irigasi, dan daerah pegunungan menjadikan tenaga air sebagai salah satu sumber energi yang dapat dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat. Selain pembangkit listrik tenaga air (PLTA) skala besar, pemanfaatan energi air juga dapat dilakukan melalui pembangkit listrik tenaga mikrohidro maupun picohidro yang lebih sesuai diterapkan pada daerah pedesaan dan lokasi dengan potensi air skala kecil [2].

Pembangkit Listrik Tenaga *Picohydro* (PLTPH) merupakan salah satu solusi pemanfaatan energi air berskala kecil yang dapat diterapkan pada saluran irigasi dengan debit air dan tinggi jatuh air (head) yang relatif rendah. Teknologi picohydro memiliki beberapa keunggulan dibandingkan sistem pembangkit energi lainnya, di antaranya dampak lingkungan yang relatif kecil, biaya investasi yang lebih rendah, serta proses instalasi yang relatif sederhana, sehingga sangat cocok diterapkan pada daerah pedesaan yang memiliki sumber aliran air dengan debit yang cukup namun memiliki ketinggian jatuh air yang rendah [3].

Dengan perancangan yang tepat, sistem PLTPH dapat menjadi solusi penyediaan



© 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

energi listrik mandiri berskala kecil yang ramah lingkungan, sekaligus mendukung kebutuhan energi pada lokasi-lokasi yang belum terjangkau jaringan listrik nasional secara optimal.

Dalam merancang suatu produk teknik seperti PLTPH, diperlukan suatu metode perancangan yang sistematis agar proses desain dapat dilakukan secara terstruktur, mulai dari identifikasi kebutuhan hingga diperoleh rancangan akhir yang fungsional dan aman digunakan. Salah satu metode perancangan yang dapat digunakan adalah metode VDI 2221, yaitu pedoman perancangan sistematis yang dikembangkan oleh *Verein Deutscher Ingenieure* (Asosiasi Insinyur Jerman), yang membagi proses perancangan ke dalam beberapa fase mulai dari penjabaran tugas, perancangan konsep, perancangan wujud, hingga perancangan terinci. Selain ketepatan metode perancangan, keamanan struktural rangka sebagai komponen penopang seluruh sistem PLTPH juga menjadi aspek penting yang harus dipastikan melalui analisis kekuatan menggunakan simulasi berbasis *Finite Element Analysis* (FEA), sehingga rancangan yang dihasilkan tidak hanya fungsional, tetapi juga aman ketika menerima beban kerja selama proses pengoperasian.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk merancang turbin picohydro dan rangka penyangga Pembangkit Listrik Tenaga *Picohydro* (PLTPH) menggunakan metode VDI 2221, dengan analisis kekuatan rangka melalui simulasi SolidWorks Simulation berbasis *Finite Element Analysis* (FEA), sehingga diperoleh rancangan yang sesuai dengan kebutuhan teknis, aman secara struktural, dan dapat diimplementasikan pada lokasi penelitian.



Hak Cipta :

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

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana menerapkan tahapan metode VDI 2221 dalam merancang turbin *picohydro* dan rangka penyangga Pembangkit Listrik Tenaga *Picohydro* (PLTPH), mulai dari klarifikasi hingga memperoleh desain akhir?
2. Bagaimana hasil analisis kekuatan rangka PLTPH menggunakan SolidWorks *Simulation* berbasis *Finite Element Analysis* (FEA) pada material AISI 1023 *Carbon Steel* dan *Galvanized Steel* ditinjau dari nilai tegangan (*Von Mises Stress*), perpindahan (*Displacement*), regangan (*Strain*), dan Faktor Keamanan (*Factor of Safety*)?
3. Material rangka manakah, antara AISI 1023 *Carbon Steel* dan *Galvanis Steel*, yang lebih sesuai digunakan pada proses manufaktur rangka PLTPH berdasarkan hasil evaluasi simulasi kekuatan struktural?

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

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

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

1. Tujuan utama dari penelitian ini adalah Merancang, membangun, dan menganalisis pembangkit listrik tenaga pikohidro sebagai cara memanfaatkan energi air dalam skala kecil untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan, sehingga dapat menjadi pilihan alternatif untuk memenuhi kebutuhan penerangan di daerah yang memiliki potensi sumber daya air.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Menerapkan tahapan metode VDI 2221 dalam merancang turbin picohydro dan rangka penyangga Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPH), mulai dari klarifikasi tugas hingga diperoleh rancangan wujud akhir berupa model 3D dan gambar kerja 2D.
2. Menganalisis kekuatan rangka PLTPH menggunakan SolidWorks Simulation berbasis *Finite Element Analysis* (FEA) pada material AISI 1023 *Carbon Steel* dan *Galvanized Steel* ditinjau dari nilai tegangan (*Von Mises Stress*), perpindahan (*Displacement*), regangan (*Strain*), dan Faktor Keamanan (*Factor of Safety*).
3. Menentukan material rangka yang lebih sesuai digunakan pada proses manufaktur PLTPH berdasarkan hasil evaluasi dan perbandingan simulasi kekuatan struktural antara material AISI 1023 *Carbon Steel* dan *Galvanized Steel*.



Hak Cipta :

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

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya membahas proses desain dan perancangan Pembangkit Listrik Tenaga *Picohydro* (PLTPH) skala rumah tangga, komponen yang dirancang meliputi turbin *picohydro* dan rangka penyangga.
2. Metode perancangan yang digunakan adalah metode *VDI 2221* dengan membandingkan material rangka yang dianalisis hanya *AISI 1023 Carbon Steel* dan *Galvanis Steel* sebagai material pembanding
3. Analisis kekuatan rangka dilakukan menggunakan SolidWorks Simulation dengan metode *Finite Element Analysis* (FEA).
4. Parameter simulasi yang dianalisis meliputi tegangan (*Von Mises Stress*), perpindahan (*Displacement*), regangan (*Strain*), dan faktor keamanan (*Factor of Safety*), dengan menggunakan beban yang diberikan pada simulasi merupakan beban statis yang berasal dari komponen-komponen PLTPH.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

1.5 Manfaat Penelitian

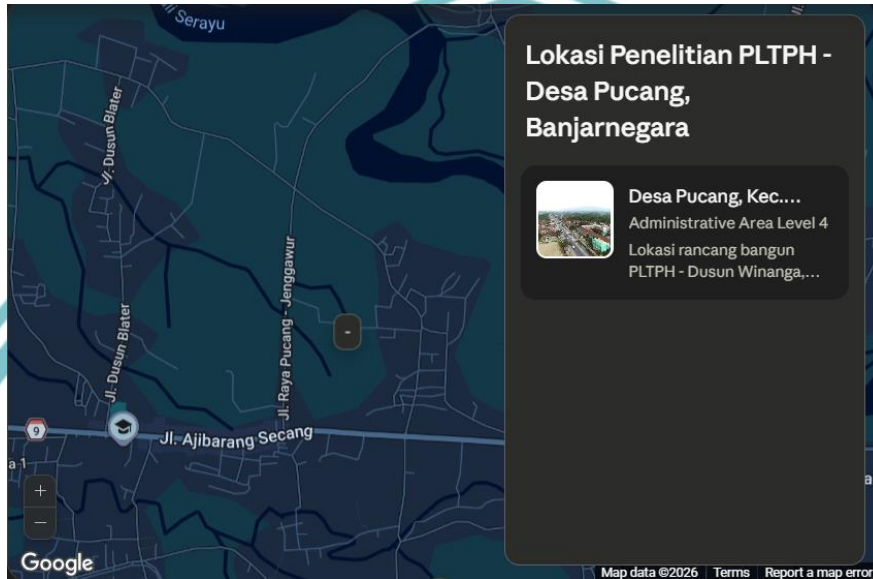
1. Menghasilkan rancangan turbin picohydro dan rangka penyangga PLTPH berupa model tiga dimensi (3D) dan gambar kerja dua dimensi (2D) yang dapat dijadikan dokumen acuan dalam proses manufaktur, perakitan, dan pengembangan prototipe fisik pada penelitian selanjutnya, sebagai wujud nyata penerapan metode perancangan sistematis VDI 2221.
2. Memberikan data hasil analisis kekuatan struktural rangka PLTPH menggunakan **SolidWorks Simulation** berbasis *Finite Element Analysis* (FEA), meliputi nilai tegangan (*Von Mises Stress*), perpindahan (*Displacement*), regangan (*Strain*), dan Faktor Keamanan (*Factor of Safety*), yang dapat digunakan sebagai referensi ilmiah bagi penelitian lain yang berkaitan dengan perancangan dan analisis struktural rangka pembangkit listrik tenaga air skala kecil.
3. Memberikan rekomendasi material rangka yang lebih sesuai antara AISI 1023 Carbon Steel dan Galvanis Steel berdasarkan hasil evaluasi simulasi kekuatan struktural secara objektif, sehingga dapat menjadi dasar pertimbangan teknis dalam pemilihan material pada proses manufaktur PLTPH maupun dalam pengembangan desain pembangkit listrik tenaga air skala kecil yang efisien dan aman secara struktural.

Hak Cipta :

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

1.6 Lokasi Objek Tugas Akhir

Lokasi untuk Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga *Picohydro* (PLTPH) ini dilaksanakan di Dusun Winanga, Desa Pucang, Kecamatan Bawang, Kabupaten Banjarnegara Jawa Tengah, dengan titik koordinat



Gambar 1. 1 Lokasi Objek Tugas Akhir

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran yang jelas dan menyeluruh mengenai isi laporan tugas akhir ini, penulisan disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang permasalahan terkait kebutuhan energi listrik dan potensi pemanfaatan energi air skala kecil melalui Pembangkit Listrik Tenaga *Picohydro* (PLTPH), rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah yang membatasi cakupan penelitian pada perancangan turbin *picohydro* dan rangka penyangga, manfaat penelitian, lokasi objek tugas akhir, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori dan referensi yang menjadi landasan penelitian, meliputi konsep dasar Pembangkit Listrik Tenaga *Picohydro* (PLTPH), potensi energi air yang mencakup debit air dan titik jatuh air (*head*), metode perancangan VDI 2221, perangkat lunak SolidWorks dan SolidWorks Simulation, konsep Finite Element Analysis (FEA), serta parameter analisis simulasi yang meliputi tegangan *Von Mises Stress*, *Displacement*, *Strain*, dan *Factor of Safety* (FoS).

BAB III METODOLOGI

Bab ini memaparkan diagram alir penelitian, waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, tahapan pengumpulan data lapangan berupa data debit air dan *head* serta data berat komponen (*part*), dan analisis perancangan turbin *picohydro* dan rangka penyangga PLTPH menggunakan metode VDI 2221.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil desain tiga dimensi (3D) dan gambar kerja dua dimensi (2D) turbin dan rangka PLTPH, hasil simulasi kekuatan rangka menggunakan material 1023 Carbon Steel Sheet (SS) dan Galvanis Steel beserta tabel perbandingan keduanya pada Rangka 1 dan Rangka 2, hasil proses manufaktur, serta pembahasan mengenai kesesuaian hasil desain dengan konsep



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, analisis perbandingan kekuatan struktural berdasarkan hasil simulasi, pengaruh geometri rangka terhadap distribusi tegangan, dan kesesuaian hasil simulasi dengan pemilihan material pada proses manufaktur.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil perancangan, simulasi, dan manufaktur turbin picohydro dan rangka penyangga PLTPH yang telah dilakukan, serta saran untuk pengembangan dan penyempurnaan penelitian selanjutnya





Hak Cipta :

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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, simulasi, dan manufaktur turbin picohydro serta rangka penyangga Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPH) yang telah dilakukan, sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian pada Bab I, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Metode VDI 2221 berhasil diterapkan secara sistematis dalam merancang turbin picohydro dan rangka penyangga PLTPH, mulai dari klarifikasi tugas berupa penyusunan daftar tuntutan, penentuan fungsi dan struktur fungsi, pencarian prinsip solusi melalui morphological chart, pembagian modul, hingga penyelesaian rancangan wujud akhir berupa model tiga dimensi (3D) dan gambar kerja dua dimensi (2D). Hasil penerapan metode ini menunjukkan bahwa turbin jenis *Crossflow* dipilih sebagai konsep terpilih karena sesuai dengan kondisi head rendah dan debit air yang tersedia pada lokasi penelitian, sebagaimana telah dibahas pada Bab III dan Bab IV.
2. Hasil simulasi kekuatan rangka menggunakan SolidWorks Simulation berbasis *Finite Element Analysis* (FEA) pada dua bagian rangka (Rangka 1 dan Rangka 2) dengan dua material pembeding, yaitu AISI 1023 Carbon Steel dan Galvanis Steel, menunjukkan bahwa seluruh kombinasi rangka dan material menghasilkan nilai *Factor of Safety* (FoS) yang jauh di atas batas aman minimum ($FoS > 1$), yaitu berkisar antara 125 hingga 654. Material AISI 1023 Carbon Steel secara konsisten menghasilkan nilai FoS yang lebih tinggi dibandingkan Galvanis Steel pada kedua rangka (654 berbanding 472 pada Rangka 1, dan 173 berbanding 125 pada Rangka 2), yang disebabkan oleh nilai *yield strength* material AISI 1023 Carbon Steel (282,7 MPa) yang lebih tinggi dibandingkan Galvanis Steel (203,9 MPa). Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa Rangka 2 mengalami tegangan dan regangan yang jauh lebih besar



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

(sekitar 3,8 kali dan 4,6 kali) dibandingkan Rangka 1 pada kedua material, yang mengindikasikan adanya perbedaan kondisi pembebanan atau geometri kritis antara kedua bagian rangka tersebut.

3. Berdasarkan hasil evaluasi dan perbandingan simulasi, material AISI 1023 *Carbon Steel* ditentukan sebagai material yang lebih sesuai digunakan pada proses manufaktur rangka PLTPH, karena material tersebut menghasilkan nilai *Factor of Safety* dan kekakuan struktural yang lebih baik dibandingkan Galvanis Steel pada kedua bagian rangka yang dianalisis. Keputusan ini telah direalisasikan pada proses manufaktur, di mana rangka PLTPH berhasil difabrikasi menggunakan material AISI 1023 Carbon Steel melalui proses pemotongan, pengelasan SMAW, dan perakitan menggunakan sambungan baut-mur, sehingga diperoleh rancangan PLTPH yang fungsional, aman secara struktural, dan sesuai dengan kebutuhan operasional di lokasi penelitian.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan sistematis melalui metode VDI 2221 yang dipadukan dengan analisis simulasi berbasis Finite Element Analysis (FEA) efektif digunakan dalam proses perancangan turbin picohydro dan rangka penyangga PLTPH, mulai dari tahap konsep hingga realisasi manufaktur, serta mampu menghasilkan rancangan yang telah terverifikasi aman secara struktural sebelum diimplementasikan secara fisik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang dapat menjadi saran untuk pengembangan maupun penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut.

1. Penelitian berikutnya disarankan untuk menguji kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPH) secara langsung di lapangan, sehingga keluaran rancangan menggunakan metode VDI 2221 dapat diverifikasi melalui



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

pengukuran daya listrik, efisiensi sistem, serta kestabilan operasi pada kondisi nyata.

2. Penelitian berikutnya disarankan untuk memperluas analisis struktur dengan memvariasikan pembebanan, termasuk beban dinamis, getaran, maupun pengaruh lingkungan, serta menambah perbandingan terhadap lebih banyak alternatif material rangka agar diperoleh desain yang lebih optimal, efisien, dan memiliki umur pakai yang lebih baik.
3. Penelitian berikutnya disarankan untuk melakukan pengembangan desain pada komponen PLTPH, seperti turbin, sistem transmisi, dan rangka penyangga, agar dapat dicapai kinerja pembangkit yang lebih baik serta mampu diterapkan pada beragam kondisi debit dan tinggi jatuh air (head) yang berbeda.



**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 PUSTAKA

- [1] C. Berg, “UN Economic Commission for Europe,” no. April, pp. 135–166, 2025, doi: 10.1007/978-3-031-75075-5_8.
- [2] M. A. Hakim, A. Najarudin, S. Sukmara, E. Heriyana, and F. Qudratullah, “Hydraulic Performance Assessment of a Low-Head Cross-Flow Turbine for Pico-Hydropower Applications : An Integrated Analysis of Flow Rate , Torque , Shaft Power , and Turbine Efficiency,” vol. 2, no. 2, pp. 122–133, 2024, doi: 10.56904/imejour.v2i2.206.
- [3] D. T. Ferdian, M. W. Yusuf, and N. Nugraha, “Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro Head 0 , 7m pada Aplikasi Kebutuhan Pertanian di Desa Indragiri,” vol. 24, no. 1, pp. 145–153, 2026.
- [4] L. Sanchez-Cortez *et al.*, “Pico-Hydropower and Cross-Flow Technology: Bibliometric Mapping of Scientific Research and Review,” *Water*, vol. 17, no. 24, 2025, doi: 10.3390/w17243524.
- [5] A. I. Maulana, “Comparative Performance of Submerged and Non-Submerged Pico-Scale Crossflow Water Turbine Geometri dan Variabel Studi Pendekatan Analitik,” pp. 191–198.
- [6] L. S. Polytechnic, “Jurnal Polimesin performance,” *J. Pnl*, vol. 16, no. 2, pp. 87–92, 2022.
- [7] Y. Apriani, Z. Saleh, W. A. Oktaviani, and I. Mochamad Sofian, “Media Elektrik Journal OPTIMIZING CROSSFLOW TURBINE BLADES FOR POWER ENHANCEMENT AT PICO HYDRO POWER PLANT (PLTPH) USING ANSYS FLUENT,” vol. 22, no. 1, pp. 76–82, 2022.
- [8] A. Aripriharta *et al.*, “Design and Performance Evaluation of A Portable Low-



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

Head Pico-Hydro System using A Rewound Axial Generator for Rural Energy,” *J. ELTIKOM*, vol. 9, no. 1, pp. 78–90, 2025, doi: 10.31961/eltikom.v9i1.1489.

- [9] D. HAMDANI and M. L. EDYPOERWA, “Study and Design of Picohydro Power Plant for Low-Head and Low-Flow Application,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 13, no. 2, p. 200, 2025, doi: 10.26760/elkomika.v13i2.200.
- [10] G. G. R. Gunadi, C. D. Widiawaty, R. Subarkah, C. S. Abadi, T. H. Nufus, and V. Rizkia, “Development of Low-Head Crossflow Turbine Picohydro Power Plants,” *Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 2, pp. 557–562, 2025, doi: 10.21776/jrm.v16i2.1718.
- [11] C. H. Achebe, O. C. Okafor, and E. N. Obika, “Design and implementation of a crossflow turbine for Pico hydropower electricity generation,” *Heliyon*, vol. 6, no. 7, p. e04523, 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e04523.
- [12] A. M. Rifai, “Investigasi Efek Soliditas Runner Terhadap Performa Turbin Crossflow,” *Otopro*, vol. 19, no. 1, pp. 1–7, 2023, doi: 10.26740/otopro.v19n1.p1-7.
- [13] V.D.I., “VDI 2221 Design of technical products and systems - Model of product design,” *Vdi*, no. November, p. 56, 2019.
- [14] D. Rosa, P. Cupu, E. Afrizal, and I. Kaldum, “Perancangan alat uji roda gigi menggunakan metode VDI 2221,” *Peranc. alat uji roda gigi*, vol. 21, no. oktober, pp. 1–9, 2023.
- [15] A. Prasetyo, A. T. P. Sihole, M. D. Khairunisa, M. Najibbulloh, and Ra. Atmayati, “Implementasi Software Solidworks dalam Perancangan Produksi Lemari untuk Efisiensi Waktu Produksi,” *Sci. J. Reflect. Econ. Accounting, Manag. Bus.*, vol. 8, no. 1, pp. 164–169, 2025, doi: 10.37481/sjr.v8i1.1030.



© 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

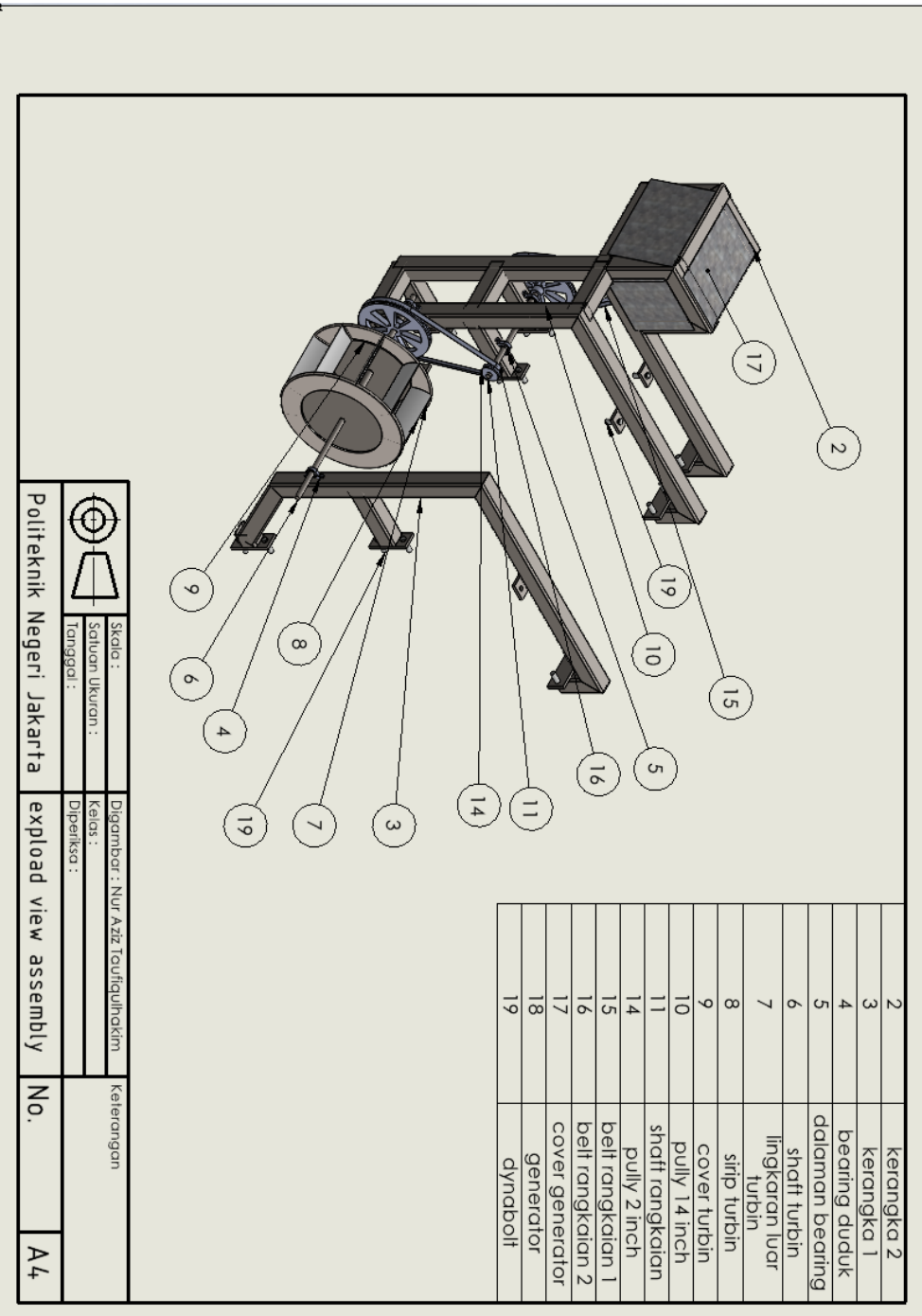
- [16] J. Arif, Pungkas Prayitno, and Halan Al Hafidh, "Analisis static pada aluminium 5052 dengan variasi sudut menggunakan solidworks," *TEKNOSAINS J. Sains, Teknol. dan Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 38–50, 2023, doi: 10.37373/tekno.v10i1.269.
- [17] Eka Bima Saputra, Ahmad Zohari, Andriansyah, and Wahyu Bambang Sulisty, "The Analysis Static of Chassis Robot Arm as Design Modification Induction Melting Furnace Machine Using FEA Method," *J. Renew. Energy Mech.*, vol. 6, no. 02, pp. 85–98, 2023, doi: 10.25299/rem.2023.vol6.no02.14344.
- [18] N. Ulfah *et al.*, "Static Stress Simulation Analysis of Skid Frame of Portable Open Waste Container Using FEA Method on SolidWorks," *J. Eng. Sci. Technol. Manag.*, vol. 5, no. 2, pp. 2828–7886, 2025, doi: 10.31004/jestm.v5i2.315.
- [19] H. L. Wijayanto, Zulfianti, Yusdianto, H. A. R. S, and Usman, "Design and Safety Factor Simulation of an Automated Feeder for Blanking Machines," *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 26, no. 2, pp. 98–111, 2025, doi: 10.23917/mesin.v26i2.6977.
- [20] S. Suryady and E. A. Nugroho, "Simulasi hasil tegangan (von mises stress) pada rangka," *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 1, no. 2, pp. 42–48, 2022.

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

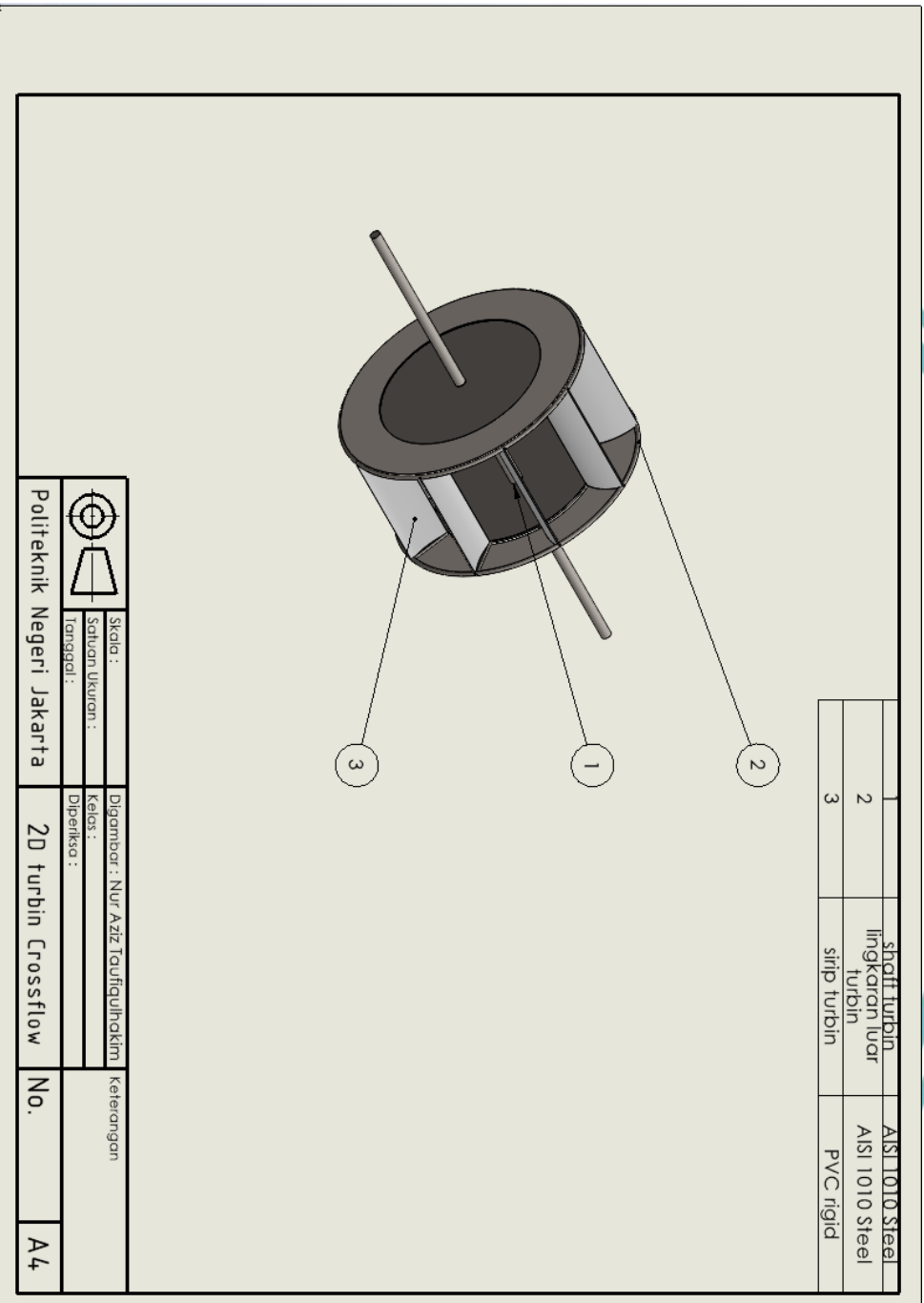
1. Explod view



Hak Cipta :

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

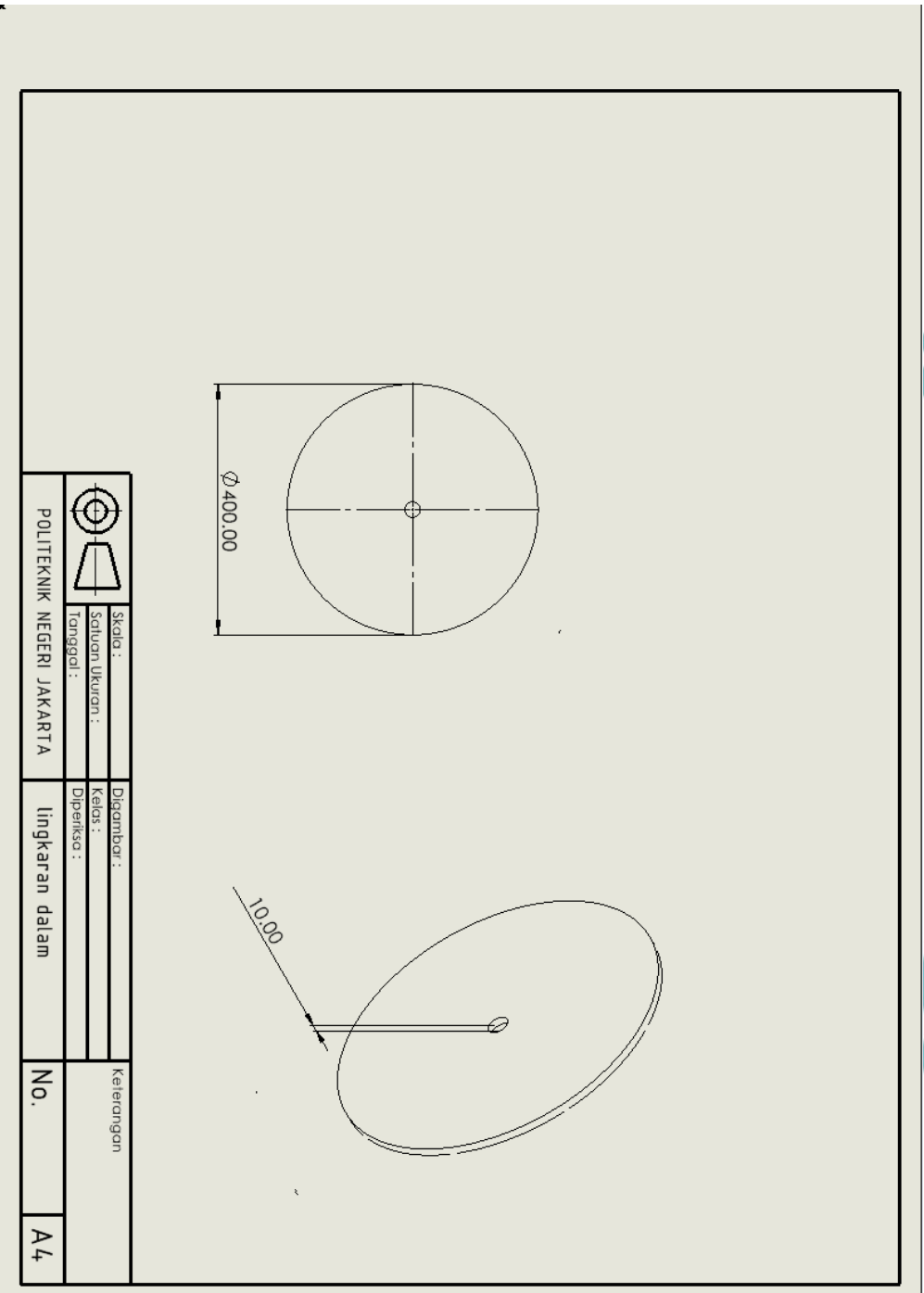
2. 2D Turbin Crossflow



Hak Cipta :

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

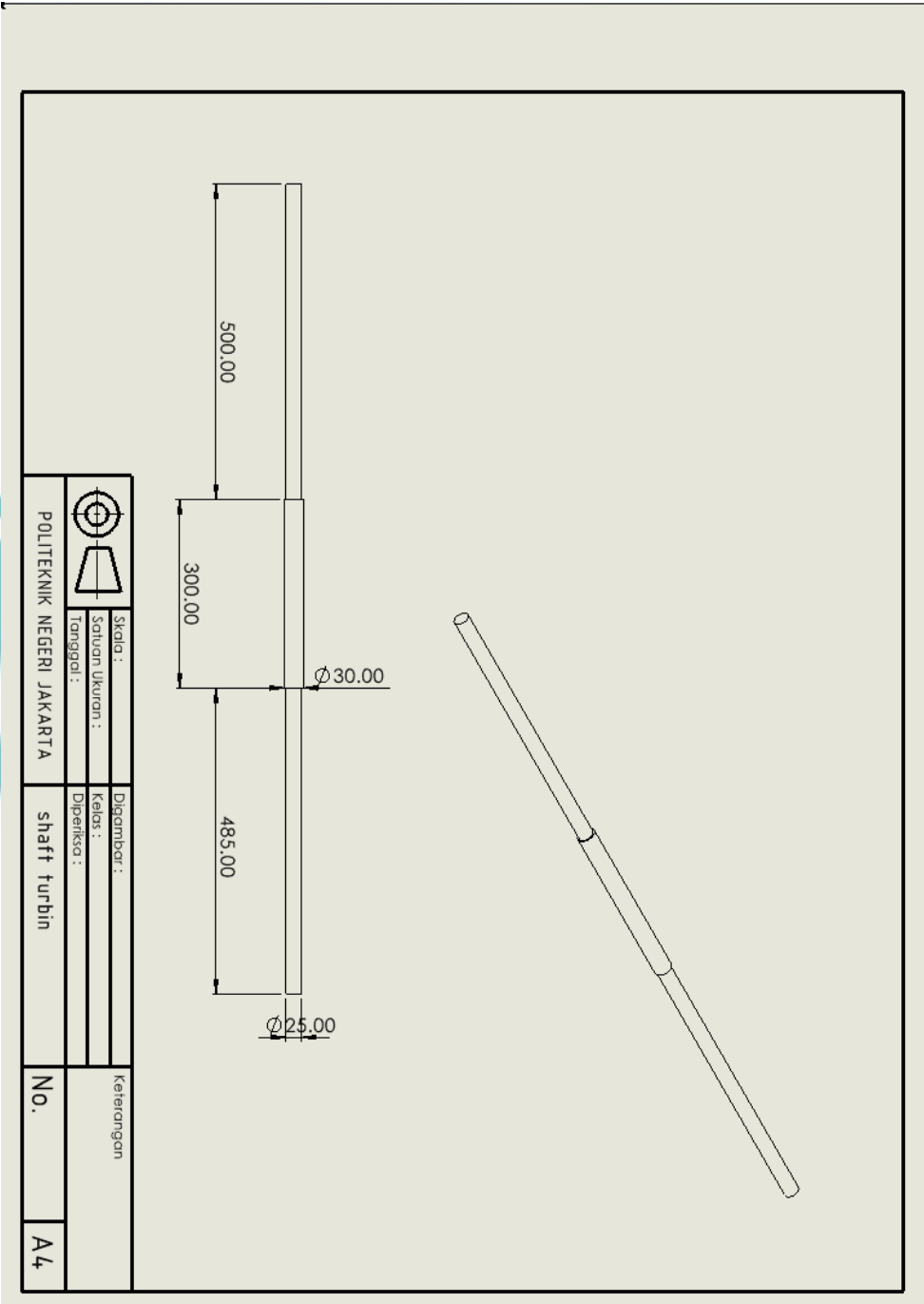
3. 2D Lingkaran Luar



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

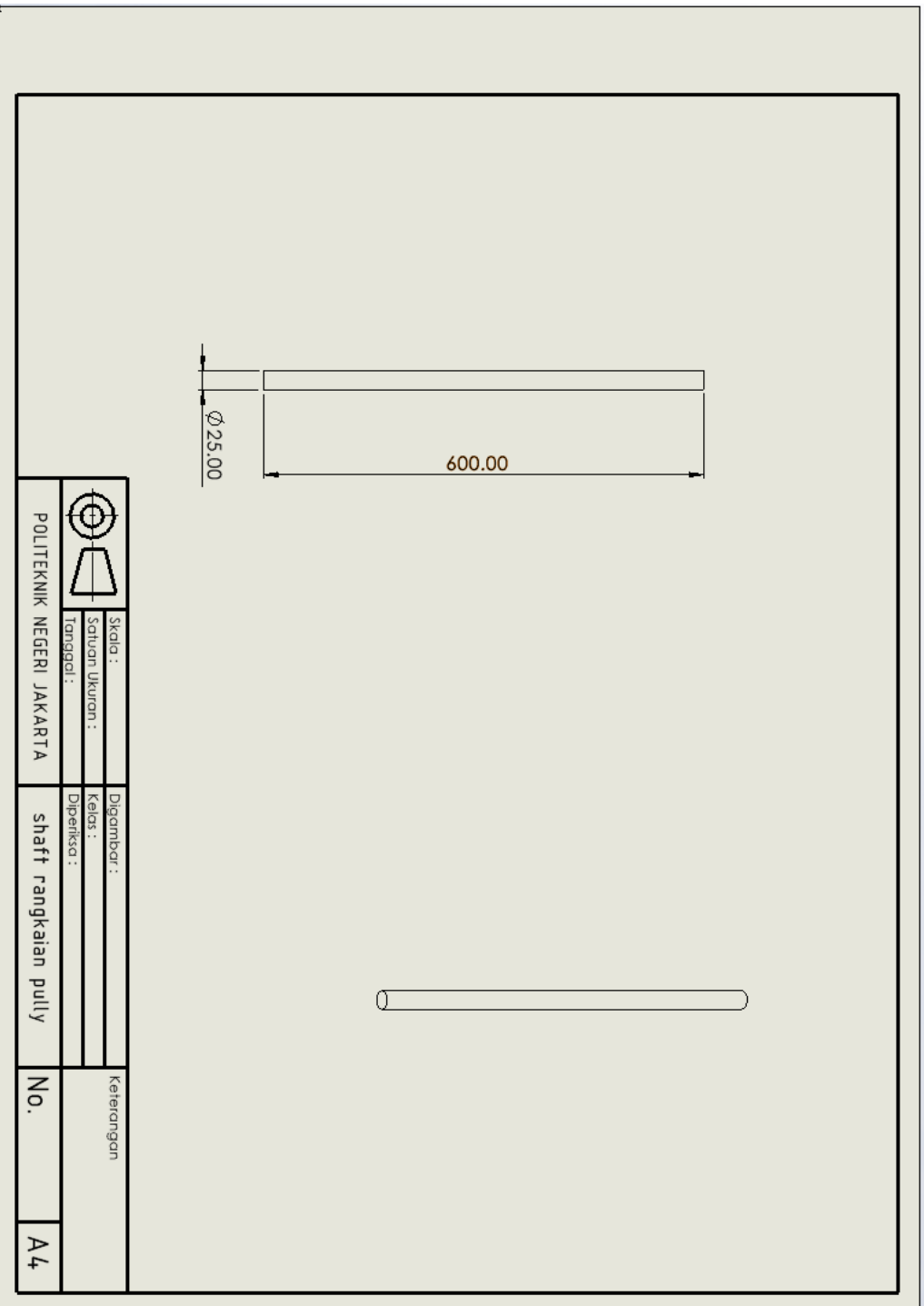
4. Shaft turbin



5. 2D shaft rangkaian

Hak Cipta :

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

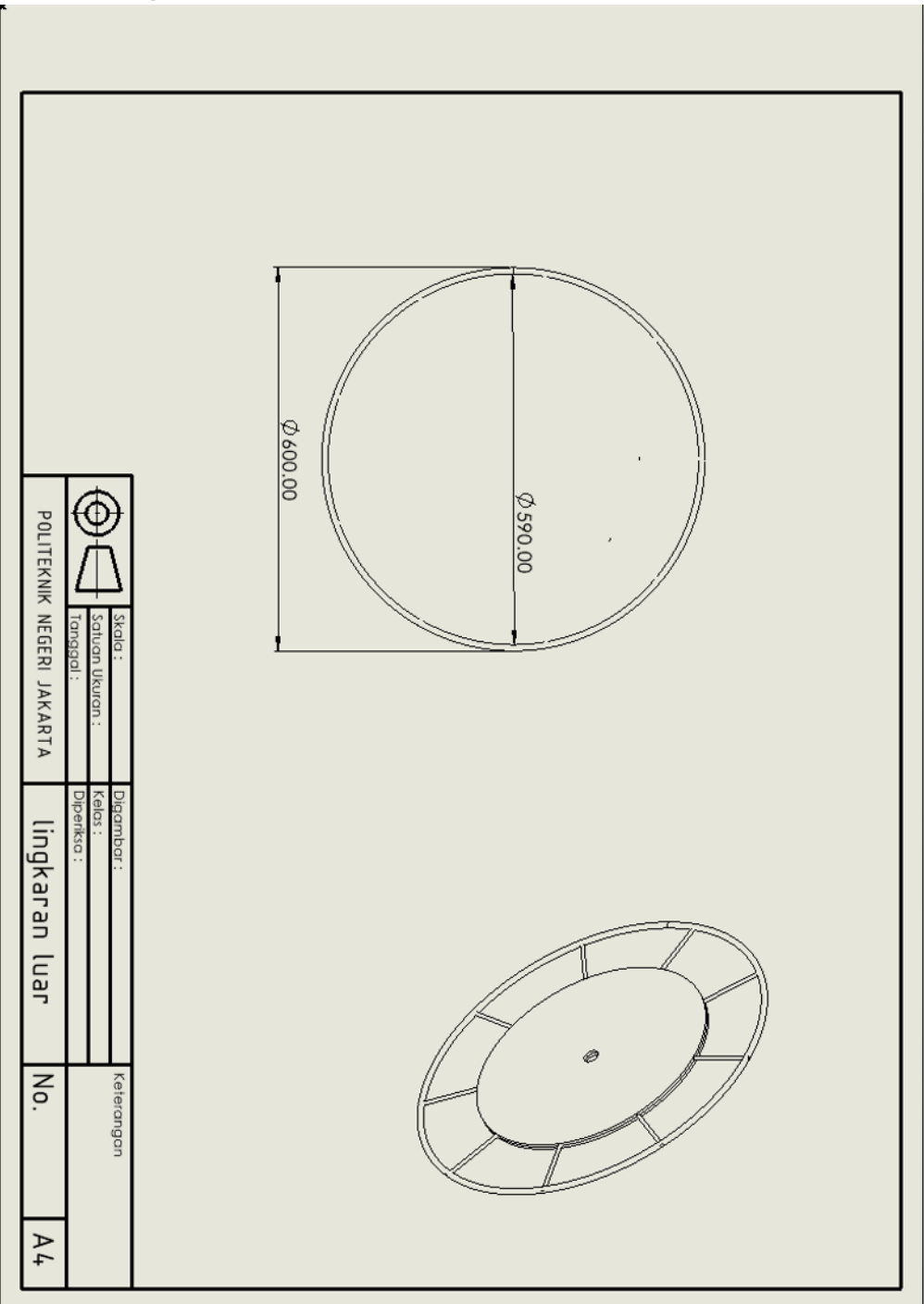


Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

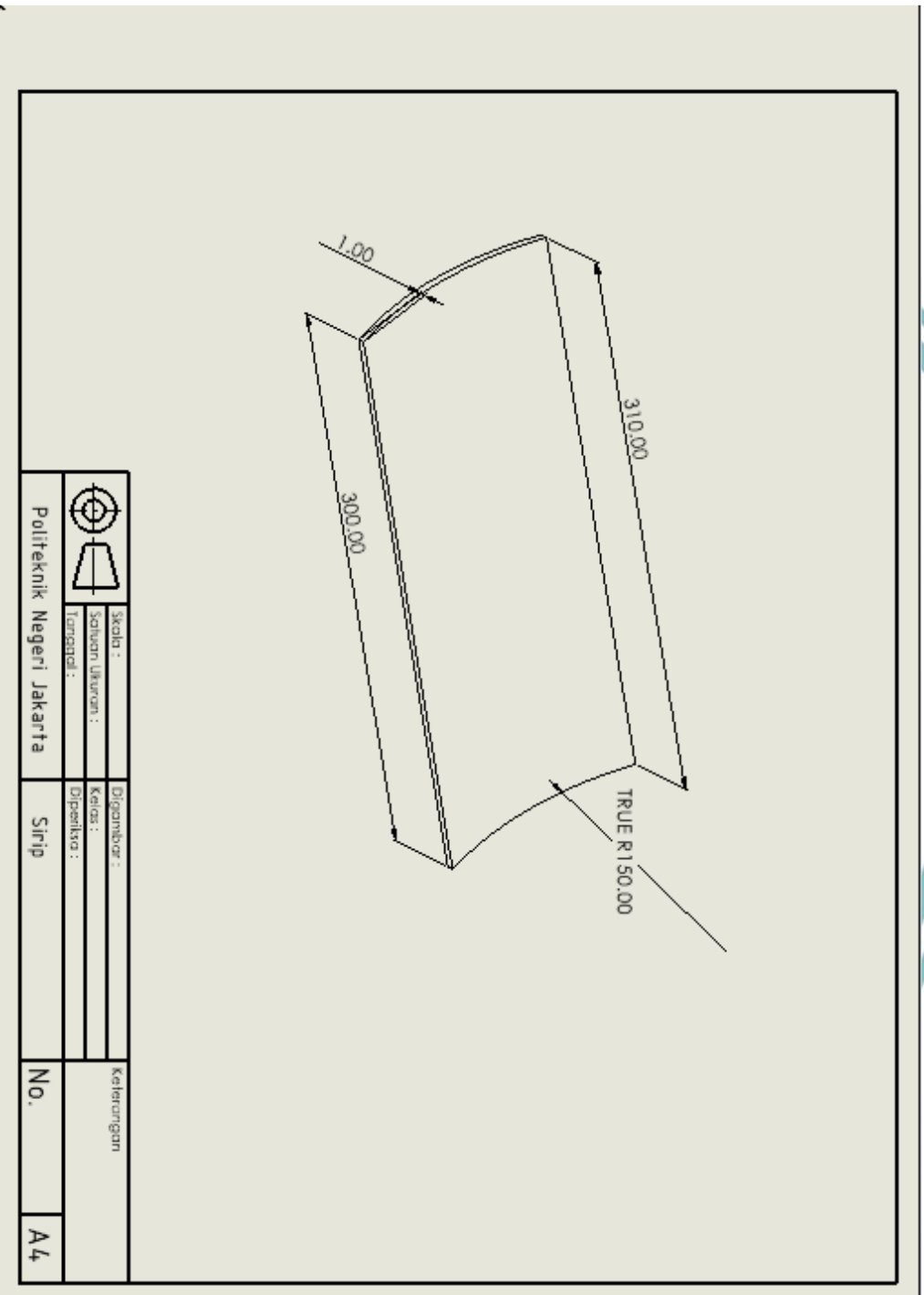
Hak Cipta :

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

6. Lingkaran Luar



7. Sirip Turbin



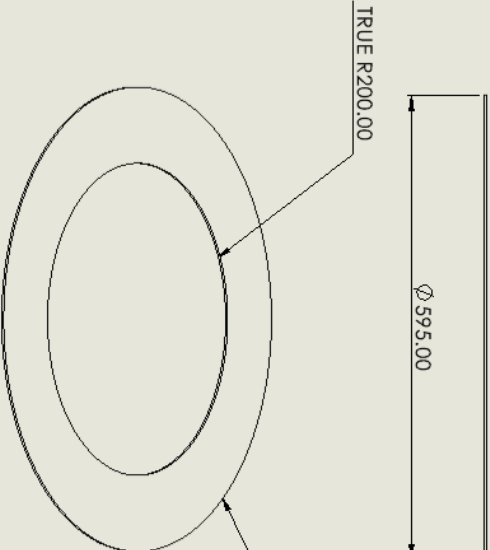


Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

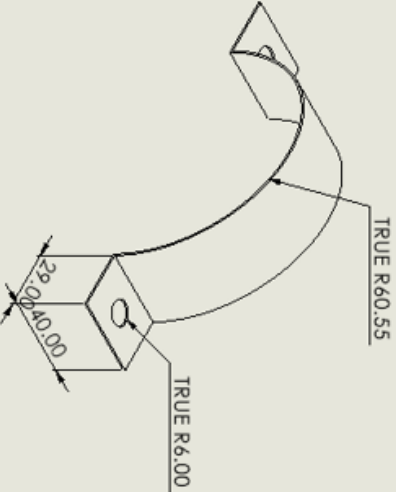
Hak Cipta :

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 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

8. Cover Turbin

	
TRUE R200.00	
TRUE R400.00	
Ø 595.00	
	
Skala :	
Satuan Ukuran :	
Tanggal :	
Dikgambar :	
Kelas :	
Diperiksa :	
Keterangan	
NAMA INSTANSI	
JUDUL GAMBAR	
No.	
A4	

9. Bracket Generator

				
Bracket Generator Galvanis Steel				
	Skala : Satuan ukuran : Tanggal :	Disambar : Nur Aziz Taufiqulhokim Kelas : Diperiksa :	Keterangan	
Politeknik Negeri Jakarta	Bracket Generator	No.	A4	

© 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



10. Timeline Penelitian

No.	Activity		Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1.	Penentuan Topik	Plan																								
		Act																								
2.	Studi Literatur	Plan																								
		Act																								
3.	Pembuatan dan Pengajuan Proposal	Plan																								
		Act																								
4.	Penetapan Rencana Kerja	Plan																								
		Act																								
5.	Survey Lokasi	Plan																								
		Act																								
6.	Mempersiapkan Alat dan Bahan	Plan																								
		Act																								
7.	Produksi dan Perakitan Alat	Plan																								
		Act																								
8.	Pengujian Mesin dan Analisa Percobaan	Plan																								
		Act																								
9.	Evaluasi Alat	Plan																								
		Act																								
10.	Penulisan dan Bimbingan Tugas Akhir	Plan																								
		Act																								
11.	Pendaftaran Sidang	Plan																								
		Act																								
12.	Pelaksanaan Sidang	Plan																								
		Act																								
13.	Penyerahan Alat	Plan																								
		Act																								

Keterangan

: Plan

: Actual

**NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

11.Hasil Akhir PLTPH



NEGERI
JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

12.Saat Lampu Beroperasi





© 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

13. Peresmian PLTPH kepada Kepala Desa Pucang





© 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

14.RAB Rancang Bangun

NO.	Nama Komponen	QTY	Harga Satuan	Jumlah	Keterangan
A ELECTRICAL				Rp 722.500,00	
1	Generator	1	Rp 400.000,00	Rp 400.000,00	
2	Kabel	1	Rp 172.500,00	Rp 172.500,00	
3	Lampu	2	Rp 26.000,00	Rp 52.000,00	
4	Capasitor	1	Rp 45.000,00	Rp 45.000,00	
5	Saklar	1	Rp 5.000,00	Rp 5.000,00	
6	fitting lampu	2	Rp 24.000,00	Rp 48.000,00	
B RANGKA				Rp 2.496.000,00	
1	Besi holo 35 x 35	3	Rp 135.000,00	Rp 405.000,00	rangka
2	Pipa 2in	2	Rp 175.000,00	Rp 350.000,00	tiang lampu
3	Shaft Turbin	1	Rp 126.000,00	Rp 126.000,00	
4	Shaft Generator	1	Rp 100.000,00	Rp 100.000,00	
5	Shaft Pulley	1	Rp 65.000,00	Rp 65.000,00	
6	Plat 1mm	1	Rp 244.000,00	Rp 244.000,00	cover turbin
7	Plat 8mm	2	Rp 80.500,00	Rp 161.000,00	diameter dalam turbin
8	Pillow block	4	Rp 31.000,00	Rp 124.000,00	
9	besi bulat 8mm	1	Rp 60.000,00	Rp 60.000,00	jari - jari turbin
10	pipa pvc 4in	1	Rp 120.000,00	Rp 120.000,00	sirip turbin
11	Bracket tiang lampu	2	Rp 60.000,00	Rp 120.000,00	
12	Tutup pipa 2in	2	Rp 6.500,00	Rp 13.000,00	
13	Pulley 14in	2	Rp 180.000,00	Rp 360.000,00	
14	Pulley 2in	3	Rp 20.000,00	Rp 60.000,00	
15	Belt uk 64	1	Rp 46.000,00	Rp 46.000,00	
16	Belt uk 62	1	Rp 41.000,00	Rp 41.000,00	
17	Bearing Generator	1	Rp 75.000,00	Rp 75.000,00	
18	Jaring (trashrack)	1	Rp 26.000,00	Rp 26.000,00	
C ALAT				Rp 800.700,00	
1	Electroda 2 mm	3	Rp 52.000,00	Rp 156.000,00	
2	Mata Gerinda Potong	8	Rp 6.000,00	Rp 48.000,00	
3	Mata Gerinda Batu	4	Rp 16.000,00	Rp 64.000,00	
4	Mata Gerinda Amplas	1	Rp 10.000,00	Rp 10.000,00	
5	Mata Bor 12	2	Rp 40.000,00	Rp 80.000,00	
6	Mata Bor 6	2	Rp 20.000,00	Rp 40.000,00	
7	Baut 12	12	Rp 4.000,00	Rp 48.000,00	
8	Baut 8	8	Rp 1.500,00	Rp 12.000,00	
9	Baut 6	56	Rp 500,00	Rp 28.000,00	
10	Ring Baut 12	24	Rp 400,00	Rp 9.600,00	
11	Ring Baut 8	16	Rp 250,00	Rp 4.000,00	
12	Ring Baut 6	112	Rp 125,00	Rp 14.000,00	
13	Dynabolt M12x60	30	Rp 2.600,00	Rp 78.000,00	
14	Baut Baja ringan	60	Rp 250,00	Rp 15.000,00	
15	Penyiku	1	Rp 27.500,00	Rp 27.500,00	
16	Cat Besi	2	Rp 53.000,00	Rp 106.000,00	
17	Thinner	1	Rp 37.000,00	Rp 37.000,00	
18	Kuas	1	Rp 8.000,00	Rp 8.000,00	
19	Solasi Listrik	1	Rp 6.000,00	Rp 6.000,00	
20	Sealtape	1	Rp 6.000,00	Rp 6.000,00	
21	Clamp 3/4	3	Rp 700,00	Rp 2.100,00	
22	Paku Beton	6	Rp 250,00	Rp 1.500,00	
TOTAL				Rp 4.019.200,00	