

PEMBUATAN SUDU TURBIN PELTON BERBAHAN KOMPOSIT

Muhammad Fadhil Afifi ¹, Faishal Daffa Al-Rizky ², Meilinda Nurbanasari ³

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Bandung

fadhilafifi.official@gmail.com**Abstract (English)**

The use of water energy through hydroelectric power plants (HPPs) is an environmentally friendly renewable energy solution. Turbine blades, as the main component that converts the kinetic energy of water into mechanical energy, are generally made of metal that is susceptible to corrosion, erosion, and cavitation. This study aims to design and manufacture Pelton turbine blades made of Polymer Matrix Composite (PMC) as an alternative to metal for a 300-watt laboratory scale. The composite material used consists of abaca banana fiber as a reinforcement and resin as a matrix. The blade manufacturing method uses the cope and drag mold technique with mold material made of 5052 aluminum manufactured through a 3-axis CNC process. The results of the study show that the turbine blades were successfully manufactured with the best resin and catalyst composition at a ratio of 100:1. Visual analysis shows several obstacles, such as trapped air due to excessive stirring, a rough surface due to excess lubricant, and cracks in the blades if too much catalyst is used. Overall, these composite blades offer advantages in terms of lighter weight and corrosion resistance compared to conventional metal blades.

Article History

Submitted: 18 Januari 2026

Accepted: 21 Januari 2026

Published: 22 Januari 2026

Key Words

Pelton Turbine, Turbine Blade, Composite (Polymer Matrix Composite), Abaca Fiber, Cope and Drag Method, Resin

Abstrak (Indonesia)

Pemanfaatan energi air melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan. Sudu turbin sebagai komponen utama pengubah energi kinetik air menjadi energi mekanik umumnya terbuat dari logam yang rentan terhadap korosi, erosi, dan kavitasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sudu turbin Pelton berbahan Polymer Matrix Composite (PMC) sebagai alternatif pengganti logam untuk skala laboratorium daya 300 watt. Material komposit yang digunakan terdiri dari serat pisang abaka sebagai penguat dan resin sebagai matriks. Metode pembuatan sudu menggunakan teknik cetakan cope and drag dengan material cetakan dari aluminium 5052 yang dibuat melalui proses CNC 3 axis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudu turbin berhasil dibuat dengan komposisi resin dan katalis terbaik pada rasio 100:1. Analisis visual menunjukkan adanya beberapa kendala seperti udara yang terperangkap akibat pengadukan yang terlalu kuat, permukaan yang kurang mulus karena pelumas berlebih, serta keretakan pada sudu jika penggunaan katalis terlalu banyak. Secara keseluruhan, sudu komposit ini menawarkan keunggulan dalam bobot yang lebih ringan dan ketahanan terhadap korosi dibandingkan sudu logam konvensional.

Sejarah Artikel

Submitted: 18 Januari 2026

Accepted: 21 Januari 2026

Published: 22 Januari 2026

Kata Kunci

Turbin Pelton, Sudu Turbin, Komposit (Polymer Matrix Composite), Serat Pisang Abaka, Metode Cope and Drag, Resin

Pendahuluan

Pembangkit listrik energi hidro atau air adalah pemanfaatan sumber daya alam yang ada agar dapat menjadi energi yang ramah lingkungan. Namun kebanyakan pemanfaatan energi yang ada masih menggunakan teknologi yang sangat minim dan sederhana. Turbin air adalah salah satu pembangkit listrik tenaga air yang sangat efektif yang artinya sebagian besar sumber energi fluida dapat digunakan sebagai energi mekanik untuk menghasilkan energi listrik.

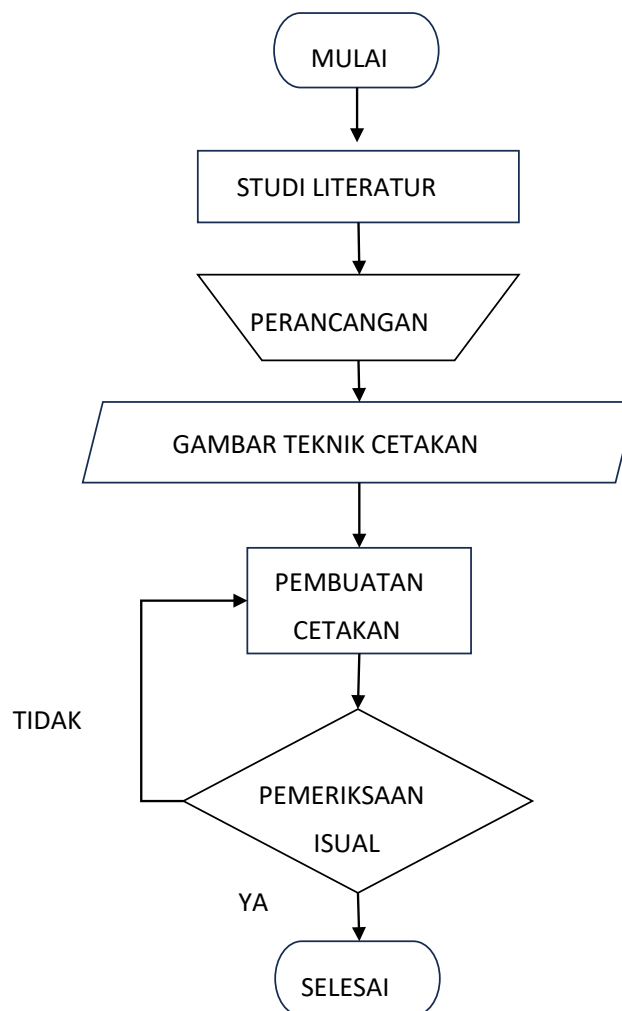
Pemanfaatan energi air pada dasarnya adalah pemanfaatan energi potensial gravitasi. Energi mekanik aliran air yang merupakan transformasi dari energi potensial gravitasi dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin. Sudu turbin adalah bagian dari turbin, yang

merupakan komponen mesin yang mengubah energi fluida (seperti angin, uap, dan air) menjadi energi mekanik. Turbin digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pembangkit listrik. Dalam suatu sistem PLTA, turbin merupakan suatu peralatan utama selain generator. Sistem kerjanya adalah dengan memanfaatkan arus aliran air kemudian dialirkan pada suatu rangkaian pipa agar energi potensial air dapat diubah menjadi energi kinetik. Pada akhirnya energi kinetik akan diubah kembali menjadi energi mekanis untuk menggerakkan atau memutarakan turbin.

Saat ini, banyak turbin menggunakan sudu yang terbuat dari logam, namun mereka rentan terhadap korosi, erosi, dan kavitasi. Untuk penggunaan bahan komposit sebagai alternatif sudu turbin menjadi relevan untuk dieksplorasi, Bahan komposit menjanjikan keunggulan dalam kekuatan, ketahanan terhadap korosi, dan berat yang lebih ringan dibandingkan dengan logam (Frans R. Bethony, 2015), yang dapat menghasilkan peningkatan kinerja keseluruhan sistem turbin pada skala laboratorium daya 300 watt.

Metode Penelitian

Diagram Alir



Gambar 2. 1 Diagram Alir Pembuatan Sudu

Diagram alir dijelaskan sebagai berikut:

A. Mulai

Tujuan pembuatan sudu turbin yang berbahan komposit ini untuk mencari keunggulan dibandingkan dengan sudu berbahan logam, Selanjutnya, dilakukan implementasi hal ini dalam bentuk tertulis melalui penyusunan proposal.

B. Studi Literatur

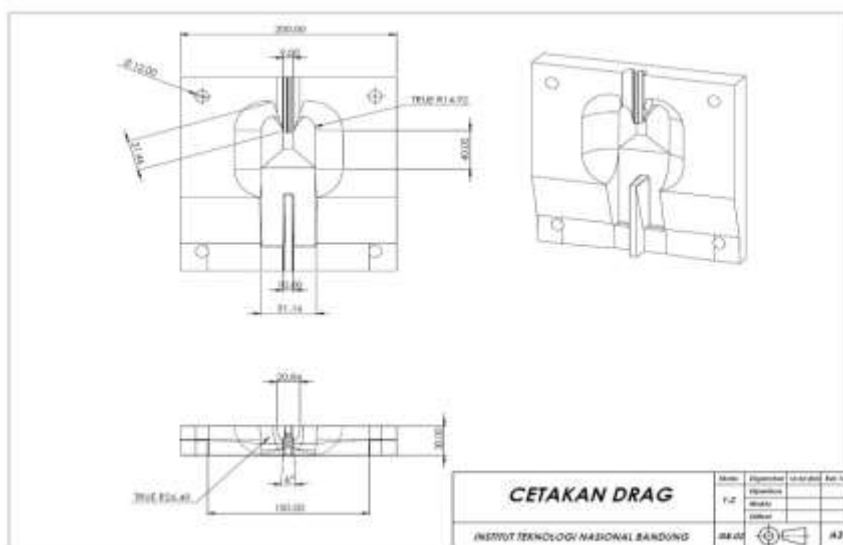
Sebelum melakukan proses pembuatan cetakan sudu turbin, dilakukan pencarian literatur dan referensi yang sesuai untuk mengetahui alat, bahan, dan cara pembuatan terlebih dahulu agar cetakan ini berfungsi dengan baik.

C. Perancangan

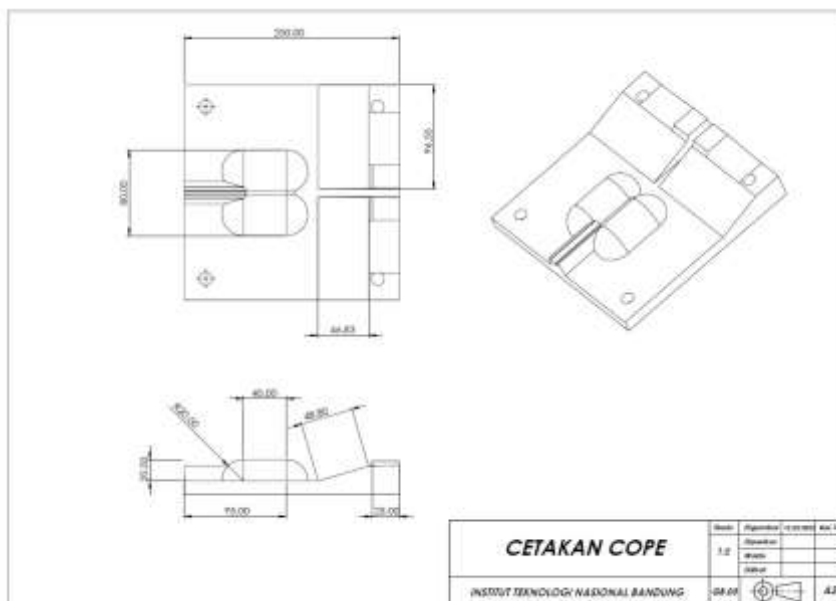
Pada tahap perancangan dilakukan pengukuran sudu turbin pelton yang ada di Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Bandung. Untuk dimensi sudu turbin pelton yang diperoleh yaitu: Panjang 150 mm, lebar 100 mm, tebal 30 mm dengan kedalaman daun sudu 12 mm. Kemudian, merancang sudu turbin pelton tersebut kedalam bentuk gambar Teknik menggunakan *software SolidWorks*.

D. Gambar Teknik Sudu

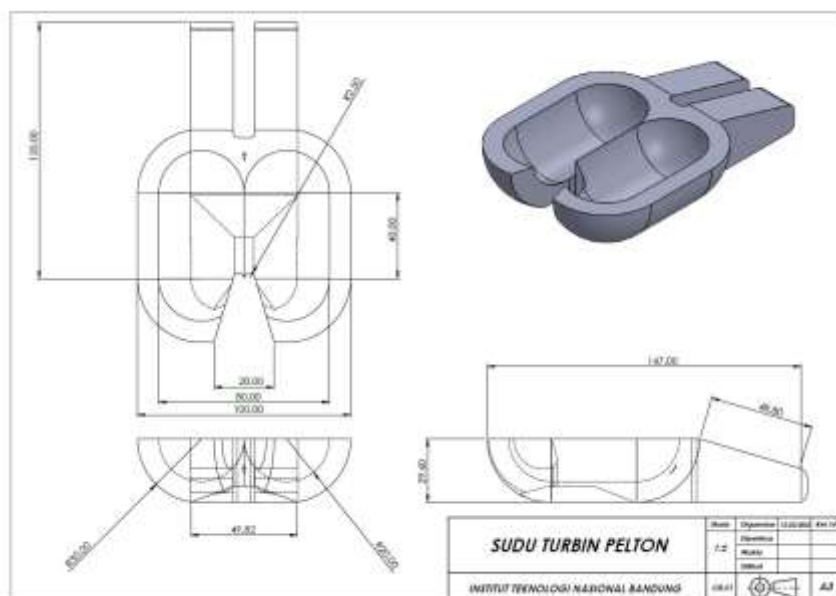
Penentuan geometri dari rancangan yang akan dibuat. spesifikasi yang dimaksud antara lain; Spesifikasi cetakan pada sudu turbin dengan material aluminium 5052 (**Gambar 2.2** dan **Gambar 2.3**) dengan ukuran geometri sebagai berikut: Panjang 200 mm, Lebar 200 mm dan Tebal 30 mm dan sudu dengan ukuran geometri: panjang 150 mm, lebar 100 mm, tebal 30 mm dengan kedalaman daun sudu 12 mm (**Gambar 3.4**).



Gambar 2. 2 Gambar Teknik Cetakan Sudu Turbin (*Drag*)



Gambar 2. 3 Gambar Teknik Cetakan Sudu Turbin (Cope)



Gambar 2. 4 Gambar Teknik Sudu Turbin Pelton

E. Pembuatan Sudu

Pada proses pembuatan sudu memerlukan alat dan bahan seperti, serat pisang abaka, resin, katalis, timbangan, serta cetakan sudu. Sudu dibuat dengan metode *cope and drag*. Cetakan tersebut dibuat berdasarkan dimensi produk yang akan dibuat dan disesuaikan dengan ketersediaan material. Cetakan sudu dibuat dengan bahan dasar aluminium dengan menggunakan proses CNC. Untuk serat disini memerlukan sebesar 3 gr (**Gambar 2.5**), komposisi resin dan katalis 202 gr (**Gambar 2.6**) dengan waktu pengeringan 30 menit.



Gambar 2. 5 Jumlah Serat yang Digunakan



Gambar 2. 6 Komposisi Resin dan *Catalyst*

F. Pemeriksaan Visual

Setelah proses pembuatan cetakan selesai, kemudian dilakukan proses pemeriksaan visual dengan cara memeriksa dimensi sudu dengan menggunakan jangka sorong. Jika sudu tidak sesuai dengan dimensi dan kriteria yang telah ditentukan, maka akan dilakukan proses pembuatan kembali.

E. Selesai

Metode Pembuatan

1. Memilih sudu turbin pelton sebagai produk yang akan dibuat.
2. Menentukan geometri dari sudu yang akan dibuat menggunakan *software SolidWorks*.
3. Menggunakan aluminium 5052 untuk bahan cetakan sudu turbin pelton.
4. Menggunakan material *Polymer Matrix Composite* untuk bahan sudu turbin pelton.

Rancangan Anggaran Biaya

Dari hasil pembuatan yang dilakukan, berikut adalah rincian anggaran biaya:

Tabel 3. 1 Rancangan anggaran biaya

No	Deskripsi	Satuan	Banyak	Jumlah
1	Aluminium 5052	pcs	2	Rp 800.000,00
2	Serat Pisang Abaka	kg	1	Rp 135.000,00
3	Resin	liter	2	Rp 150.000,00
4	Amplas 1000	lembar	5	Rp 10.000,00
5	Clamp C 2 inch	pcs	4	Rp 60.000,00
6	Jasa CNC	pcs	1	Rp 2.100.000,00
Jumlah				Rp 3.205.000,00

Jadwal Pelaksanaan

Berikut adalah jadwal pelaksanaan proyek yang telah ditentukan:

Tabel 3. 2 Jadwal pelaksanaan

No	Kegiatan	Jadwal Pelaksanaan (Bulan ke-)					
		2023				2024	
		September	Oktober	November	Desember	Januari	Februari
1	Pengajuan Proposal						
2	Survey alat dan bahan						
3	Tahap Perancangan Desain dan Pembuatan						
4	Tahap Pembuatan Cetakan						
5	Tahap Pengujian						
6	Seminar Akhir						

ANALISA

Setelah dilakukan proses pengujian pada cetakan sudu turbin pelton dengan menggunakan resin dan serat pisang abaka. Dilakukan analisa yang bertujuan untuk mengetahui kegagalan atau cacat dari setiap proses pengujiaanya. Berikut adalah hasil analisa proses pengujian :

1. Dari hasil sudu yang telah dibuat, sudu mengalami udara terperangkap didalamnya (**Gambar 3.1**). Karena pada saat pencampuran resin dan katalis diaduk terlalu kuat yang menimbulkan pusaran dan menyebabkan adanya gelembung di bagian dalam sudu.



Gambar 3. 1 Udara yang terperangkap di sudu. (ditunjukkan dengan lingkaran)

2. Dari hasil sudu yang telah dibuat dengan cetakan, sudu terlihat tidak mulus dikarenakan pelumas sangat berlebih (**Gambar 3.2**).



Gambar 3. 2 Permukaan sudu tidak mulus. (ditunjukkan dengan lingkaran)

3. Dari hasil pengujian jika katalis terlalu berlebih maka sudu akan mengalami keretakan dan jika katalis kurang maka sudu akan bergetah (**Gambar 3.3**).



Gambar 3. 3 Keretakan pada sudu. (ditunjukkan dengan panah)

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan data yang telah didapat dan diperoleh dari pembuatan sudu turbin pelton dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Sudu turbin pelton berbahan *polymer matrix composite* berhasil dibuat dengan hasil terbaik menggunakan komposisi resin dan katalis dengan rasio 100:1.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnes Z Yonatan. (2023). Resin Adalah: Manfaat, Jenis, dan Contoh Penggunaan [diakses 2023 Desember 18] <https://www.detik.com/bali/berita/d-6522133/resin-adalah-manfaat-jenis-dan-contoh-penggunaan>
- Alzafar. (2020). Komposit Material *Matrix* [skripsi]. Bandung : Institut Teknologi Nasional Bandung
- Andre Suwandana. (2022). Pembuatan Molding Sudu dan Sudu-Sudu Turbin Dengan Material Komposit Serat Batang Pisang Untuk Turbin Kaplan Pembangkit Listrik Mikrohidro [skripsi]. Sumatera Utara : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Barrows H.K. (1943). *Water Power Engineering*. McGraw-hill Book Company, inc. New York.
- Cakrawala. (2021). Jenis Turbin Air: Turbin Impuls dan Turbin Reaksi [diakses 2023 November 10] <https://www.gesainstech.com/2021/05/jenis-turbinplta.html>
- Cecep Gustrio. (2009). Perancangan Alat Peraga Turbin Pelton Skala Laboratorium Daya 300 Watt [skripsi]. Bandung : Institut Teknologi Nasional Bandung
- Fauzan Dzulfiqar. (2023). Inilah Jenis –Jenis Turbin Air yang Kamu Harus Ketahui. [diakses 2023 November 10] <https://zonaebt.com/hidro/inilahjenis-jenis-turbin-air-yang-kamu-harus-ketahui/>
- Frans R.Bethony. (2015). Analisis Sifat Mekanis Komposit Resin Epoksi Serbuk Kayu Bayam. Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia Toraja
- Gilang Oktaviana. (2022). 26 Jenis Bahan Serat Alam Terlengkap Beserta Contohnya [diakses 2023 Desember 11] <https://www.gramedia.com/literasi>

- Hendriwan Fahmi & Harry Hermansyah. (2011). Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/ Serat Daun Nanas Terhadap Kekuatan Tarik. Jurnal Teknik Mesin
- Johan Tallo. (2022). Resin Adalah Senyawa Kimia Alami, Ini Manfaat dan Variannya yang Umum Dipakai [diakses 2023 Desember 18] <https://www.merdeka.com/trending/resin-adalah-senyawa-kimia-alami-inimanfaat-dan-variannya-yang-umum-dipakai-kl.html>
- Kumparan.com. (2023). Pengertian Bahan Serat, Jenis, dan Manfaatnya [diakses 2023 Desember 11] <https://kumparan.com/pengertian-dan-istilah/pengertian-bahan-serat-jenis-dan-manfaatnya-21800lfNcB4>
- M Rafandi. (2022). Rancang Bangun Sudu Turbin Air Dengan Menggunakan Bahan Dasar Komposit *Fiberglass* [skripsi]. Meulaboh : Universitas Teuku Umar
- Pankaj Misra. (2016). *What are Different Types of Turbine?*. [diakses 2024 Februari 20] <https://www.mechanicalbooster.com/2016/10/types-of-turbine.html>
- Triyono & Diharjo K. (2019). Perancangan dan Pembuatan Cetakan Komposit Untuk Metode Vacuum Infusion Menggunakan Penekan Elastomer Bag [skripsi]. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.