

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN BILAH TURBIN ANGIN ARCHIMEDES
DENGAN VARIASI KOMPOSISI MATERIAL**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

MUHAMAD IRVAN

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2025

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN BILAH TURBIN ANGIN ARCHIMEDES
DENGAN VARIASI KOMPOSISI MATERIAL**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

MUHAMAD IRVAN

NIM.2215213035

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2025

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Tugas Akhir, yang berjudul “Rancang Bangun Bilah Turbing Angin Archimedes Dengan Variasi Komposisi Material”, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada kedua orang tua Bapak Iskandar dan Ibu Winarsih tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, sponsor serta doa yang tidak henti-hentinya mengalir demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
2. Kepada Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom. selaku Direktur Politeknik Negri Bali.
3. Kepada Bapak Prof. I Dewa Made Cipta Santosa, S.T., M.Sc., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
4. Kepada Bapak I Wayan Suastawa, S.T.,M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
5. Kepada Bapak I Gede Nyoman Suta Waisnawa, S.ST., M.T. selaku Ketua Program Studi Deploma 3 Teknik Mesin.
6. Kepada Ibu Risa Nurin Baiti, S.T, M.T selaku dosen pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Tugas akhir ini dapat terselesaikan.
7. Kepada Bapak I Gede Nyoman Suta Waisnawa, S.ST., M.T. selaku pembimbing 2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
8. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman kelas “ANTI AMBIS” Arya Duta, De Arya, Murdana, Royyan, Man Restu, Ary Dwipayana, Dek Oga, Tegar, Fredi, seperjuangan dalam menyelesaikan Tugas Akhir tahun 2025 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
10. Terimakasih kepada Pak Royit, Mas Andri, Riko Efendy, Andro Dwi Prasetyo, Febri Widhianto, Ariq Ata Ghaisan. Yang sudah membantu pembuatan alat Tugas Akhir ini.
11. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Tugas Akhir yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu, Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang

telah diberikan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya dan khususnya kepada peneliti atau penulis.

Badung, 08 Agustus 2025
Muhamad Irvan

ABSTRAK

Pertumbuhan kebutuhan energi listrik menuntut pengembangan sumber energi terbarukan yang efisien dan ramah lingkungan. Salah satu teknologi potensial adalah turbin angin Archimedes yang dapat bekerja pada kecepatan angin rendah dengan tingkat efisiensi tinggi. Penelitian ini bertujuan merancang bilah turbin angin Archimedes berbahan komposit resin epoksi dan serbuk kayu jati, sekaligus menentukan komposisi material optimal yang mampu menghasilkan energi listrik maksimal. Metode penelitian meliputi perancangan bilah, pencetakan dengan variasi komposisi (30%, 40%, dan 50% serbuk kayu), serta uji performa turbin di lapangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposisi 40% serbuk kayu dan 60% resin memberikan kinerja paling optimal dalam menghasilkan daya listrik, dibandingkan variasi lainnya. Penelitian ini diharapkan menjadi kontribusi dalam pengembangan teknologi energi angin yang berkelanjutan serta mendukung pemanfaatan material ramah lingkungan.

Kata kunci: Kata kunci: Archimedes, efisiensi energi, energi terbarukan, material komposit, serbuk kayu, turbin angin.

DESIGN OF ARCHIMEDES WIND TURBINE BLADES WITH VARIATIONS IN MATERIAL COMPOSITION

ABSTRACT

The increasing demand for electricity requires the development of renewable energy sources that are both efficient and environmentally friendly. One promising technology is the Archimedes wind turbine, which can operate effectively at low wind speeds with high efficiency. This study aims to design Archimedes wind turbine blades made of epoxy resin and teak wood powder composites, while also determining the optimal material composition to maximize electrical power output. The research method includes blade design, fabrication with composition variations (30%, 40%, and 50% teak wood powder), and field performance testing. The experimental results indicate that the 40% teak wood powder and 60% resin composition provides the most optimal performance in generating electrical power compared to other variations. This research is expected to contribute to the advancement of sustainable wind energy technology and promote the utilization of environmentally friendly materials.

Keywords: *Archimedes, composite materials, energy efficiency, renewable energy, teak wood powder, wind turbine.*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul Rancang Bangun Bilah Turbin Angin Archimedes Dengan Variasi Komposisi Material tepat pada waktunya. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program Pendidikan pada jenjang Diploma III Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis dimasa yang akan datang.

Jimbaran, 08 Agustus 2025



Muhammad Irvan

DAFTAR ISI

Tugas Akhir	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Lembar Persetujuan	iv
Surat Bebas Plagiat.....	v
Ucapan Terimakasih	vi
Abstrak	viii
<i>Abstract</i>	ix
Kata Pengantar.....	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Lampiran	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Penelitian terdahulu	4
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu.....	4
2.3 Turbin Angin.....	4
2.3.1 Prinsip kerja.....	4
2.3.2 Macam-macam Turbin Angin.....	5
2.3.3 Material turbin angin.....	7
2.4 Turbin Angin Archimedes.....	7
2.4.1 Sejarah.....	7
2.4.2 Prinsip kerja Turbin Angin Archimedes.....	7
2.5 Material komposit	8
2.6 Sifat Mekanik Komposit.....	8

BAB III METODE PENELITIAN.....	10
3.1 Desain Rancangan.....	10
3.2 Tahapan Penelitian (diagram alir).....	11
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	12
3.4 Penentuan Sumber Data.....	12
3.5 Sumber Daya Penelitian.....	12
3.6 Instrumen Penelitian	14
3.7 Prosedur Penelitian	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Perancangan	15
4.1.1 Perencanaan Bilah Turbin	15
4.1.2 Rerencanaan Rangka.....	18
4.2 Pembahasan	18
4.2.1 Proses Pembuatan Alat.....	18
4.2.2 Pembuatan Rangka	18
4.2.3 Proses Pembuatan Mal	20
4.2.4 Proses Pencetakan	20
4.2.5 Proses Pencetakan Bilah	20
4.2.6 Perbandingan dan Hasil Material Yang Digunakan	21
4.2.7 Hasil Rancangan Alat.....	24
4.7.8 Cara Kerja Turbin Angin Archimedes.....	24
4.3 Anggaran Biaya Kebutuhan	25
4.4 Pengujian Alat.....	26
4.4.1 Langkah Pengujian.....	26
4.5 Hasil Rancangan Alat.....	27
4.6 Pengujian Alat.....	27
4.6.1 Hasil Data dan Pengujian	27
4.6.1 Pembahasan Hasil	29
BAB V PENUTUP	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Komponen Turbin Angin Archimedes	10
Tabel 3.2 Waktu Penelitian	12
Tabel 3.3 Rincian Anggaran Biaya.....	13
Tabel 3.4 Instrumen Penelitian	14
Tabel 4.1 Perbandingan Material.....	22
Tabel 4.2 Komponen Alat.....	25
Tabel 4.3 Komponen Bahan	25
Tabel 4.4 Pengujian Bending Material A... ..	28
Tabel 4.5 Pengujian Bending Material B	28
Tabel 4.6 Pengujian Bending Material C	29
Tabel 4.7 Hasil Massa dan Volume Benda Pengujian Bending.....	29
Tabel 4.8 Ringkasan Hasil Pengujian Bending	29
Tabel 4.9 Pengujian Bilah 30% Serbuk Kayu – 70% Resin.....	28
Tabel 4.10 Pengujian Bilah 40% Serbuk Kayu – 60% Resin.....	28
Tabel 4.11 Pengujian Bilah 50% Serbuk Kayu – 50% Resin.....	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Turbin Angin Sumbu Horizontal	5
Gambar 2. 2	Turbin Angin Sumbu Vertikal	6
Gambar 3. 1	Desain Rancangan	10
Gambar 3. 2	Tahapan Penelitian.....	11
Gambar 4. 1	Tampak Depan dan Tampak Samping	15
Gambar 4. 2	Gambar 3D Rangka & Tampak Samping	18
Gambar 4. 3	Proses Pemotongan besi untuk rangka	19
Gambar 4. 4	Rangka.....	19
Gambar 4. 5	Proses Pembuatan Mal Bilah.....	20
Gambar 4. 6	Proses Pencetakan.....	20
Gambar 4. 7	Pencetakan Bilah	21
Gambar 4. 8	Hasil Perbandingan Bilah 30% Serbuk Kayu Resin 70%	21
Gambar 4. 9	Hasil Perbandingan Bilah 40% Serbuk Kayu 60% Resin	22
Gambar 4. 10	Hasil perbandingan 50% Serbuk Kayu 50% Resin	22
Gambar 4. 11	Hasil Rancangan	24
Gambar 4. 12	Hasil Perbandingan.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lembar Bimbingan Pembimbing 1
2. Lembar Bimbingan Pembimbing 2
3. Surat Layak Ujian Pembimbing 1
4. Surat Layak Ujian Pembimbing 2
5. Drawing gambar alat

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan energi listrik terus meningkat seiring dengan kemajuan teknologi dan pertumbuhan ekonomi global. Pertumbuhan populasi dan aktivitas industri yang semakin pesat turut mendorong peningkatan konsumsi energi listrik secara signifikan. Namun, pemanfaatan energi angin sebagai sumber pembangkit listrik masih sangat minim, pada kenyataannya potensi angin di beberapa wilayah cukup menjanjikan (Sumarno et al. 2020) (Herrapristanti and Gumelar 2021). Hal ini menunjukkan perlunya eksplorasi lebih lanjut terhadap energi terbarukan seperti energi angin untuk mendukung kebutuhan listrik nasional.

Di masa depan, energi angin diharapkan dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai alternatif pembangkit listrik yang ramah lingkungan. Teknologi seperti turbin angin Archimedes memiliki potensi besar untuk diaplikasikan karena desainnya yang efisien dan kemampuannya bekerja pada kecepatan angin rendah. Selain itu, penggunaan turbin angin ini diharapkan mampu menghemat biaya operasional dalam jangka panjang dan mendukung upaya global untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang semakin menipis.

Berbagai material telah digunakan dalam pembuatan turbin angin Archimedes untuk meningkatkan kinerja dan efisiensinya. Material seperti filament ABS memiliki sifat kuat, tahan lama, dan fleksibel, namun membutuhkan suhu cetak tinggi dan kurang ramah lingkungan (Rimbawan, Setyawan, and Widodo 2024). Tetapi, plat galvanis yang tahan korosi dan ekonomis sering digunakan, meskipun material ini berat dan memiliki ketahanan panas yang rendah (Herrapristanti and Gumelar 2021). Alternatif lain seperti filament PLA yang ramah lingkungan memberikan hasil cetakan berkualitas baik tetapi mudah rapuh. Salah satu alternatif material yang dapat digunakan untuk membuat bilah turbin angin adalah komposit serbuk alam (serbuk kayu). Meskipun ringan dan ramah lingkungan, masih belum banyak diaplikasikan sebagai material turbin (Ikaningsih and Saefudin 2018).

Pada Penelitian Tugas Akhir ini, difokuskan pada perancangan dan pengembangan Turbin Angin Archimedes yang memanfaatkan bahan komposit epoksi dan serbuk kayu jati sebagai material utama. Mahasiswa akan melakukan serangkaian eksperimen untuk mencoba berbagai komposisi serbuk kayu jati dalam campuran komposit, dengan tujuan mengidentifikasi kombinasi yang paling efektif dalam hal kekuatan material, daya tahan, serta efisiensi konversi energi. Hasil dari pengujian ini diharapkan dapat menentukan komposisi komposit yang optimal untuk mendukung performa turbin angin dalam menghasilkan energi listrik secara maksimal. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui potensi penggunaan material serbuk kayu jati sebagai solusi ramah lingkungan dalam pengembangan energi terbarukan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa komposisi serbuk kayu yang dibutuhkan untuk pembuatan bilah turbin angin Archimedes?
2. Apakah komposisi serbuk kayu mempengaruhi energi Listrik yang di hasilkan oleh turbin angin archimedes?

1.3 Batasan Masalah

1. Jenis turbin yang di rancang adalah turbin angin Archimedes.
2. Bentuk bilah turbin angin yang digunakan adalah bentuk turbin spiral.
3. Bentuk bilah turbin angin yang digunakan adalah 120°.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian sebagai berikut :

1.4.1 Tujuan Umum

1. Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan D3 pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali
2. Mengaplikasikan ilmu-ilmu yang di peroleh selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus Rancang Bangun Bilah Turbin Angin Archimedes Dengan Variasi Komposisi Material

1. Untuk Mengetahui komposisi serbuk kayu yang di butuhkan untuk pembuatan bilah turbin angin archimedes.
2. Untuk mengetahui pengaruh komposisi serbuk kayu terhadap energi Listrik yang dihasilkan oleh turbin angin archimedes.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat Penelitian Rancang Bangun Bilah Turbin Angin Archimedes Dengan Variasi Komposisi Material adalah

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi energi terbarukan, khususnya pada desain dan inovasi Turbin Angin Archimedes dengan variasi bentuk Material. Penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi penelitian lanjutan di bidang energi angin dan teknologi turbin.
2. Penelitian ini berkontribusi pada pengurangan biaya produksi energi listrik dari angin, meningkatkan efisiensi konversi energi, dan menghasilkan alat yang bermanfaat bagi rumah tangga untuk mengurangi biaya hidup. Selain itu, penelitian ini mengenalkan energi alternatif kepada masyarakat dan mendukung transisi global menuju energi hijau.

BAB V

PENUTUP

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian bilah turbin angin Archimedes dengan variasi komposisi material, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposisi serbuk kayu yang digunakan untuk pembuatan bilah turbin Archimedes berkisar antara 30% hingga 50%, dengan sisa komposisinya berupa resin. Rentang komposisi ini masih memberikan performa yang layak dan stabil dalam menghasilkan energi listrik. Perbandingan material 40% Serbuk Kayu 60% Resin yang paling optimal.
2. Komposisi serbuk kayu memengaruhi output listrik turbin angin Archimedes. Semakin tepat campuran resin dan serbuk kayu, semakin baik efisiensi bilah dalam menangkap angin. Bilah dibuat manual dengan cetakan spiral dan diperkuat serat fiber agar kuat. Rancang bangun ini layak dikembangkan sebagai solusi energi terbarukan skala kecil.

5.2 Saran

Setelah melakukan pengujian pada bilah turbin angin Archimedes, dapat diperoleh saran sebagai berikut :

1. Pengembangan material bilah turbin angin Archimedes dapat ditingkatkan dengan menambahkan serat penguat seperti fiberglass atau serat alami, misalnya rami dan bambu, guna meningkatkan ketahanan serta efisiensinya. Selain itu, pengujian kinerja alat disarankan dilakukan dalam kondisi variasi kecepatan angin dan waktu yang lebih panjang untuk mengukur kestabilan putaran serta daya tahan material secara lebih menyeluruh.
2. Di sisi lain, sistem kelistrikan sebaiknya dioptimalkan dengan penerapan teknologi MPPT (Maximum Power Point Tracking) agar penyerapan daya dari generator ke baterai menjadi lebih maksimal. Perbaikan juga dapat dilakukan pada desain rangka agar lebih ringan dan ringkas tanpa mengorbankan kekuatan struktural. Akurasi dalam pencetakan bilah perlu ditingkatkan untuk menjaga keseimbangan sistem. Secara keseluruhan,

desain turbin angin ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut agar sesuai untuk pemanfaatan di daerah terpencil sebagai sumber energi terbarukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Diana, lohdy, arrad ghani safitra, and muhammad nabel ariansyah. 2020. “analisis kekuatan tarik pada material komposit dengan serat penguat polimer.” 4(2).
- Herraprastanti, eva hertnacahyani, and dimas agung gumelar. 2021. “rancang bangun prototype penyangga turbin angin archimedes.”
- Ikaningsih, manty aldilani, and deny bayu saefudin. 2018. “pemodelan kekuatan bilah turbin angin horisontal multimaterial.” *Jurnal teknik: media pengembangan ilmu dan aplikasi teknik* 17(1): 27.
- Luthfiandi hilmawan. 2020. “rancang bangun turbin angin archimedes dengan dua sudu.” *Eksergi* 16(2): 49.
- Mahendra, bayu, rudy soenoko, and djoko sutikno. 2019. “pengaruh jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin.”
- Ragheb, magdi. 2017. “history of harnessing wind power.” In *wind energy engineering*, elsevier, 127–43.
- Rimbawan, ferdy agus, eko yohanes setyawan, and bagus setyo widodo. 2024. “analisis perbandingan karakteristik material abs dan pla+ untuk model sudu spiral turbin angin archimedes dengan mesin 3d printing.”
- Sidiq, abdurahim rahim, and ice triana triana. 2024. “perancangan turbin angin tipe screw dengan menggunakan 3 sudu kapasitas 100 watt.” *Al jazari : jurnal ilmiah teknik mesin* 9(2).
- Sigalingging, amri darsono, rivaldi ardian hutabarat, and ir husin ibrahim. 2022. “rancang bangun sistem pembangkit listrik tenaga bayu pada plth (surya dan bayu) dengansistem smart auto change dan monitoring iot berbasis arduino.”
- Sumarno, f. Gatot, supriyo supriyo, alfonsus vito kristian, veriza apriliani noorendrassari, muhammad nurul falah, and muhammad luthfiandi hilmawan. 2020. “rancang bangun turbin angin archimedes dengan dua sudu.” *Eksergi* 16(2): 49..
- Widodo, basuki. 2008. “analisa sifat mekanik komposit epoksi.” 1(1).

