

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PEMANFAATAN TURBIN ANGIN SEBAGAI
SUMBER ENERGI *COOL BOX* UNTUK STUDI KASUS DI
WILAYAH BALI**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I PUTU CANDRA MEIANTARA PUTRA

D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PEMANFAATAN TURBIN ANGIN
SEBAGAI SUMBER ENERGI COOL BOX UNTUK
STUDI KASUS DI WILAYAH BALI**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I PUTU CANDRA MEIANTARA PUTRA
NIM. 2215223004

D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA UDARA

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Pemanfaatan energi terbarukan menjadi solusi atas keterbatasan sumber energi fosil dan dampak lingkungan. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) skala kecil untuk mengoperasikan cool box. Sistem ini terdiri dari turbin angin sumbu horizontal tiga sudu kayu sepanjang 50 cm, generator 48V/900rpm, wind charge controller, serta baterai 12V 12Ah.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kontrol Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali dengan pengujian pada kecepatan angin 5–7 m/s. Data yang dikumpulkan meliputi tegangan, arus, dan daya baik tanpa beban maupun saat mengoperasikan cool box. Hasil uji menunjukkan tegangan maksimum 35,2V dengan beban 21W dan daya tertinggi 8,52W pada kecepatan angin 7 m/s. Sistem terbukti mampu mengoperasikan cool box, meskipun terjadi penurunan tegangan saat beban meningkat.

Hasil penelitian menegaskan potensi energi angin sebagai sumber listrik ramah lingkungan dan alternatif listrik PLN di daerah pesisir. Untuk meningkatkan kinerja, diperlukan pengembangan desain sudu, optimasi generator, dan kapasitas penyimpanan baterai. Penelitian ini memberikan dasar pengembangan PLTB portabel untuk mendukung aktivitas masyarakat secara berkelanjutan.

Kata Kunci: PLTB, energi angin, generator, cool box, energi terbarukan.

ANALYSIS OF WIND TURBINE UTILIZATION AS A COOL BOX ENERGY SOURCE FOR A CASE STUDY IN THE BALI REGION

ABSTRACT

Utilizing renewable energy is a solution to the limitations of fossil fuel sources and their environmental impact. This research focuses on the design and testing of a small-scale wind power plant (PLTB) to operate a cool box. The system consists of a 50 cm long, three-blade wooden horizontal-axis wind turbine, a 48V/900rpm generator, a wind charge controller, and a 12V 12Ah battery.

The research was conducted in the Control Laboratory of the Department of Mechanical Engineering, Bali State Polytechnic, with tests performed at wind speeds of 5–7 m/s. Data collected included voltage, current, and power, both at no load and during cool box operation. Test results showed a maximum voltage of 35.2V with a load of 21W and a peak power of 8.52W at a wind speed of 7 m/s. The system proved capable of operating the cool box, although voltage drops as the load increased.

The research results confirm the potential of wind energy as an environmentally friendly electricity source and an alternative to PLN electricity in coastal areas. To improve performance, blade design development, generator optimization, and battery storage capacity are required. This research provides the basis for developing a portable PLTB to support sustainable community activities.

Keywords: PLTB, wind energy, generator, cool box, renewable energy.

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
LEMBAR JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN OLEH PEMBIMBING	iii
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PENGUJI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.4.1 Tujuan Umum.....	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Angin	4

2.1.1 Macam - Macam Angin	5
2.2 Turbin Angin	6
2.2.1 HAWT (<i>Horizontal Axis Wind Turbine</i>)	6
2.2.2 VAWT (<i>Vertical Axis Wind Turbine</i>).....	8
2.3 Sudu.....	9
2.4 Generator Listrik	10
2.4.1 Perhitungan Pada Generator	11
2.5 Poros.....	11
2.5.1 Macam-macam poros.....	12
2.6 <i>Pulley</i>	13
2.7 Transmisi sabuk-V.....	13
2.8 Bantalan.....	15
2.8.1 Bahan-Bahan Bantalan	15
2.9 Baut dan Mur.....	17
2.10 <i>Charge Controller</i>	18
2.11 Penyimpanan Energi (<i>Battery</i>)	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Jenis Penelitian	20
3.1.1 Kelistrikan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu.....	21
3.2 Alur penelitian.....	21
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	23
3.3.1 Lokasi Penelitian.....	23
3.3.2 Waktu Penelitian.....	23
3.4 Penentuan Sumber Data	24
3.5 Sumber Daya Penelitian	24

3.5.1 Alat.....	24
3.5.2 Bahan	25
3.5.3 Rancangan Anggaran Biaya.....	25
3.6 Instrumen Penelitian.....	26
3.7 Prosedur Penelitian.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Penelitian.....	28
4.1.1 Perakitan Sistem Control Turbin Angin	28
4.2 Proses Pembuatan Alat	28
4.2.1 Pembuatan Rangka Turbin Angin.....	29
4.2.2 Pemasangan Cover Turbin Angin.....	29
4.2.3 Pembuatan Sudu Turbin Angin.....	30
4.3 Prinsip Kerja Turbin Angin	30
4.4 Pengujian	31
4.4.1 Pengambilan Data Angin Laut.....	32
4.4.2 Pengambilan Data Turbin Angin	35
4.5 Pembahasan	39
BAB V PENUTUP.....	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Time schedule tugas akhir.....	23
Tabel 3. 2 Data pengujian.....	24
Tabel 3. 3 Rancangan anggaran biaya.....	26
Tabel 4. 1 Data angin laut pertama.....	32
Tabel 4. 2 Data angin laut kedua	33
Tabel 4. 3 Data angin laut ketiga.....	33
Tabel 4. 4 Data angin laut keempat	34
Tabel 4. 5 Data angin laut kelima.....	35
Tabel 4. 6 Data turbin angin tanpa beban.....	35
Tabel 4. 7 Data pengujian pertama turbin angin dengan beban cool box	36
Tabel 4. 8 Data pengujian kedua turbin angin dengan beban cool box.....	37
Tabel 4. 9 Data pengujian ketiga turbin angin dengan beban cool box	37
Tabel 4. 10 Data pengujian keempat turbin angin dengan beban cool box.....	37
Tabel 4. 11 Data pengujian kelima turbin angin dengan beban cool box	37
Tabel 4. 12 Rata-rata data pengujian turbin angin dengan beban cool box	37
Tabel 4. 13 Data pengujian tegangan maksimal yang di hasilkan turbin angin ...	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Potensi angin.....	4
Gambar 2. 2 Turbin mesin updown	7
Gambar 2. 3 Turbin mesin downwind	7
Gambar 2. 4 Turbin darrieus.....	8
Gambar 2. 5 Turbin tipe savonius	9
Gambar 2. 6 Sudu savonius	9
Gambar 2. 7 Alternator	10
Gambar 2. 8 Generator DC.....	11
Gambar 2. 9 Poros	12
Gambar 2. 10 Macam-macam pulley	13
Gambar 2. 11 Macam-macam sabuk.....	14
Gambar 2. 12 Bagian-bagian bantalan	17
Gambar 2. 13 Baut dan mur.....	17
Gambar 2. 14 Charge controller	18
Gambar 2. 15 Accu.....	19
Gambar 3. 1 Turbin Angin Sumbu Horizontal	20
Gambar 3. 2 Kelistrikan PLTB.....	21
Gambar 3. 3 Skema alur penelitian	22
Gambar 4. 1 Perakitan sistem control turbin angin	28
Gambar 4. 2 Proses pembuatan rangka turbin angin	29
Gambar 4. 3 Pemasangan cover turbin angin	29
Gambar 4. 4 Pembuatan sudu turbin angin.....	30
Gambar 4. 5 Turbin angin sumbu horizontal.....	30
Gambar 4. 6 Grafik tegangan turbin angin tanpa beban.....	36
Gambar 4. 7 Grafik tegangan, arus, dan daya yang di hasilkan turbin angin.....	38
Gambar 4. 8 Grafik tegangan maksimal yang di hasilkan oleh turbin angin	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi sangat dibutuhkan di dunia ini sebagai kebutuhan pokok setiap manusia. Manusia membutuhkan lebih banyak energi untuk rumah tangga, industri, bisnis, pertanian dan transportasi. Kebutuhan energi saat ini sebagian besar berasal dari energi bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam (Setyono & Kiono, 2021). Namun, produksi energi saat ini sedang menurun. Jika hal ini tidak segera ditangani, kemungkinan terjadinya krisis energi tidak terhindarkan. Banyak faktor yang menyebabkan ketersediaan energi setiap tahunnya menurun, Misalnya karena semakin banyaknya jumlah penduduk, sehingga berakibat semakin besar juga permintaan penggunaan energi setiap tahunnya. Oleh karena itu, inovasi sumber energi alternatif terutama dari sumber daya yang tidak terbatas sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan energi masyarakat di masa mendatang.

Energi terbarukan adalah sumber energi yang berasal dari sumber berkelanjutan seperti matahari, angin dan air. Pemanfaatan energi baru terbarukan juga membantu penulis dalam tugas akhir Analisis Pemanfaatan Turbin Angin Sebagai Sumber Energi *Cool Box* Untuk Studi Kasus Di Wilayah Bali. Mengingat Indonesia merupakan negara yang sangat besar memiliki potensi tenaga angin menjadikan pembangkit listrik tenaga angin menjadi salah satu solusi yang tepat dalam mengatasi masalah keterbatasan energi (Hilmansyah et al., 2017). Pembangkit Listrik Tenaga Bayu sangat cocok untuk daerah pesisir pantai yang mempunyai kecepatan angin tinggi. Pada pemanfaatan ini penulis menggunakan energi terbarukan sebagai sumber energi *cool box* yang sebelumnya mengubah energi bayu menjadi energi listrik.

Bali sebagai salah satu pulau di Indonesia memiliki karakteristik iklim tropis dengan dua musim utama, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Kondisi iklim ini dipengaruhi oleh pergerakan angin muson yang datang secara periodik. Pada musim hujan, Bali dipengaruhi oleh angin muson barat yang membawa uap air dari Samudra Hindia sehingga menyebabkan curah hujan tinggi. Sebaliknya, pada

musim kemarau, pulau ini dipengaruhi angin muson timur yang bersifat kering dan menyebabkan cuaca panas serta curah hujan rendah (Dharma, 2017). Menurut penelitian yang menggunakan data dari beberapa stasiun BMKG di Bali, kecepatan angin rata-rata berada di kisaran 2 m/s hingga 7 m/s ini menggambarkan kondisi umum Bali yang cenderung berangin sedang hingga lemah secara keseluruhan.

Saat ini, mesin pendingin atau refrigerasi telah mengalami perkembangan pesat seiring kemajuan teknologi. Secara umum, mesin ini dimanfaatkan untuk mengawetkan makanan dan memberikan penyegaran udara. Kebutuhan akan penyimpanan makanan dan minuman dalam kondisi segar semakin meningkat, baik untuk keperluan rumah tangga, perjalanan, kegiatan wisata, maupun aktivitas perdagangan. Salah satu perangkat sederhana yang banyak digunakan untuk tujuan tersebut adalah *cool box*. *Cool box* merupakan wadah penyimpanan berinsulasi termal yang dirancang untuk menjaga suhu di dalamnya tetap rendah sehingga isi tetap segar lebih lama (Saksono & Gunawan, 2019).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun beberapa rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana perancangan sistem kontrol pembangkit listrik tenaga bayu?
2. Berapa tegangan maksimal yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga bayu?

1.3 Batasan Masalah

1. Pembangkit listrik tenaga bayu menggunakan turbin angin sumbu *horizontal* yang dirancang hanya untuk sumber energi *cool box*.
2. Turbin angin hanya dapat di uji di lab control menggunakan bantuan kipas blower agar mendapatkan kecepatan angin yang konstan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan Umum

1. Untuk memenuhi syarat akademik dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Politeknik Negeri Bali.
2. Mampu mengaplikasikan ilmu – ilmu yang didapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui sistem kontrol pembangkit listrik tenaga bayu sebagai sumber energi *cool box*.
2. Dapat mengetahui tegangan maksimal yang di hasikan oleh pembangkit listrik tenaga bayu.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penulisan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi penulis:
Dapat menerapkan ilmu-ilmu yang didapat selama mengikuti perkuliahan di Politkenik Negeri Bali pada umumnya dan di Jurusan Teknik Mesin pada khususnya. Serta berguna untuk mengembangkan ilmu dan ide, sehingga dapat menciptakan suatu mesin yang digunakan untuk memecahkan masalah yang ada pada masyarakat.
2. Bagi Politeknik Negeri Bali
Adanya Pengembangan peralatan praktek dilaboratorium dan dapat digunakan sebagai materi praktek bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali, khususnya di program studi Teknik Pendingin Dan Tata Udara.
3. Bagi Masyarakat
Hasil pengujian dapat memberikan pengetahuan baru bagi banyak kalangan masyarakat agar dapat mengetahui cool box menggunakan kombinasi tenaga bayu.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari pemaparan bab-bab sebelumnya yang telah dipaparkan pada tugas akhir ini maka dapat disimpulkan hasil dari pembuatan tugas akhir ini yaitu:

1. Sistem kontrol pada pembangkit listrik tenaga bayu telah berhasil dirancang dengan cara menggabungkan beberapa komponen utama, seperti turbin angin sumbu horizontal yang menggunakan 3 buah sudu yang memiliki panjang 50cm per sudu dan lebar per sudu adalah 10cm, generator berkapasitas 48V/900rpm, *wind charge controller*, baterai 12V 12Ah. Susunan sistem kelistrikan ini dirancang untuk mengubah energi bayu menjadi energi listrik yang kemudian disimpan dalam baterai sebelum digunakan untuk memberi daya pada *cool box*.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang mampu dihasilkan oleh turbin angin adalah sebesar 35,2 Volt, yang dicapai saat sistem diberikan beban sebesar 21 Watt. Ketika beban ditambah, tegangan akan mengalami penurunan, ini disebabkan karena adanya hambatan yang diberikan oleh beban tersebut yang menciptakan medan magnet sehingga memberikan hambatan pada putaran turbin angin.

5.2 Saran

Dari penyusunan tugas akhir ini terdapat saran yang perlu diperhatikan untuk penelitian selanjutnya:

1. Berdasarkan hasil pengujian, kemampuan turbin angin dalam menghasilkan daya dan tegangan masih terbatas, terutama saat diberi beban yang lebih tinggi, di mana terjadi penurunan output. Oleh sebab itu, disarankan untuk memperbaiki desain bilah/sudu seperti mengubah bentuk airfoil dan mengganti materialnya serta meningkatkan kinerja generator, guna memaksimalkan konversi energi kinetik angin menjadi energi listrik.
2. Bisa di kembangkan kembali mengenai kapasitas penyimpanan baterai menggunakan kapasitas yang lebih tinggi, seperti 12V 30Ah atau lebih besar, bertujuan untuk meningkatkan kemampuan sistem dalam menyimpan energi

listrik saat turbin angin beroperasi secara optimal, sehingga *cool box* tetap dapat berfungsi meskipun suplai angin sedang menurun atau tidak stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. (2016, January 14). Pengertian Tentang Angin. *Solusi Pengukuran*.
<https://ukur.co.id/pengertian-tentang-angin/>
- Alfina, R. (N.D.). *Generator Ac And Dc*. Retrieved January 28, 2025, From
https://www.academia.edu/19906117/Generator_Ac_And_Dc
- Aziz, A., Subroto, J., Silpana, V., Mesin, J. T., Teknik, F., & Riau, U. (2017). Aplikasi Modul Pendingin Termoelektrik Sebagai Media Pendingin Kotak Minuman. *Jurnal rekayasa mesin*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.32497/Rm.V10i1.778>
- Dharma, U. S., & Masherni, M. (2017). Pengaruh Desain Sudu Terhadap Unjuk Kerja Prototype Turbin Angin Vertical Axis Savonius. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.24127/Trb.V5i2.246>
- Fastindo, D. (2021, June 19). *Mengenal Lebih Dekat Dengan Mur Dan Baut Besertajenisnya*. Fastindojayaabadi. <https://www.fastindojayaabadi.com/post/mengenal-lebih-dekat-dengan-mur-dan-baut-beserta-jenisnya>
- Hilmansyah, H., Yuniar, R. J., & Ramli, R. (2017). Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Kendali Pi. *Jst (Jurnal Sains Terapan)*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.32487/Jst.V3i1.226>
- Mananoma, F., Sutrisno, A., & Tangkuman, S. (2017). Perancangan Poros Transmisi Dengan Daya 100 Hp. *Jurnal Poros Teknik Mesin Unsrat*, 6(1), Article 1. <https://ejournal.unsrat.ac.id/V3/index.php/Poros/article/view/13793>
- Maulana, Y., & Astuti, K. Y. (2019). Studi Eksperimen Turbin Angin Bersumbu Vertikal Untuk Pju (Penerangan Jalan Umum). *Prosiding Hasil-Hasil Penelitian Tahun 2019 Dosen-Dosen Universitas Islam Kalimantan*. <https://eprints.uniska-bjm.ac.id/168/>
- Noor, A. N., Hartadi, B., & Suprpto, M. (N.D.). *Perencanaan Dan Pemilihan Poros Dan Sabuk-V Pada Turbin Archemedes Screw Dengan Daya 687 Watt Di Desa Bramban Kec. Rantau Kabupaten Tapin*.
- Prasetyo, B. Y., Badarudin, A., Sukamto, A. P. E., & Muliawan, R. (2022).

- Investigasi Eksperimental Performa Sistem Pendingin Multi-Termoelektrik Dengan Konfigurasi Termal Seri Dan Paralel. *Jtt (Jurnal Teknologi Terapan)*, 8(2), 123. <https://doi.org/10.31884/Jtt.V8i2.427>
- Putra, A. (N.D.). *Mur Dan Baut, Jenis, Spesifikasi, Serta Standar Sertifikasi* | <https://kairosbaut.com>. Retrieved January 17, 2025, From <https://kairosbaut.com/id/mur-dan-baut/>
- Ridwan, & Latief, A. (2019). Pengaruh Jumlah Sudu Pada Turbin Angin Sumbu Vertikal Terhadap Distribusi Kecepatan Dan Tekanan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 24(2), 141–151. <https://doi.org/10.35760/Tr.2019.V24i2.2392>
- Sahid, -, & Priyoatmojo, S. (2019). Rancang Bangun Turbin Angin Poros Horizontal Tiga Sudu Flat Berlapis Tiga Dengan Variasi Sudut Dan Posisi Sudu. *Eksergi: Jurnal Teknik Energi*, 15(1), Article 1. <https://doi.org/10.32497/Eksergi.V15i1.1462>
- Saksono, P., & Gunawan, G. (2019). Penggunaan Refrigeran Hidrokarbon (Hcr) Sebagai Refrigeran Alternatif Yang Ramah Lingkungan Dan Hemat Energi. *Prosiding Seniati*, 5(3), Article 3. <https://doi.org/10.36040/Seniati.V5i3.1106>
- Salsabila, N., Suwandi, D., Si, M., & Ajiwiguna, T. A. (N.D.). *Studi Pemanfaatan Panas Buangan Kompor Biomassa Dengan Menggunakan Generator Termoelektrik*.
- Sereliciouz. (2021, January 29). *Angin: Proses, Manfaat & Jenisnya- Geografi Kelas 10*. Quipperblog <https://www.quipper.com/id/blog/mapel/geografi/angin/>
- Setiawan, D., & Setiawan, W. (N.D.). *Sistem Pengendalian Generator Dc Eksitasi Terpisah Menggunakan Programmable Logic Controller*.
- Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak Dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(3), 154162. <https://doi.org/10.14710/Jebt.2021.11157>
- Supri. (2023, May 1). *Fungsi Alternator Pada Mobil, Jenis, Dan Cara Kerjanya*. Spiderbeat.Com. <https://www.spiderbeat.com/fungsi-alternator/>

Rimbawati, R., Harahap, P., Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Putra, K. U., & Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Karakteristik Generator (Aplikasi Laboratorium Mesin-Mesin Listrik Fakultas Teknik-Umsu). *Rele (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(1), 37–44. <https://doi.org/10.30596/Rele.V2i1.3647>