

**RANCANG BANGUN TURBIN ANGIN VERTIKAL *TIPE*
SAVONIUS SKALA KECIL SEBAGAI SUMBER ENERGI
LISTRIK UNTUK PENERANGAN JALAN**

Tugas Akhir

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta

Oleh:

**TARUNA PUTRA
NPM. 2410017211073**



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS SARJANA

RANCANG BANGUN TURBIN ANGIN VERTIKAL TIPE SAVONIUS
SKALA KECIL SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK UNTUK
PENERANGAN JALAN

Telah Diuji Dan Dipertahankan Pada Sidang Sarjana
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Pada Tanggal 14 Februari 2026

Oleh:

TARUNA PUTRA
NPM. 2410017211073

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Edi Septe, S. M.T
NIDN. 1001096301

Fakultas Teknologi Industri
Dekan,

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, S.T., M.T
NIDN.1012097403



Prof. Dr. Hendra Suherman, S.T., M.T
NIDN. 1001047101

**LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI
SIDANG SARJANA**

**RANCANG BANGUN TURBIN ANGIN VERTIKAL *TIPE* SAVONIUS
SKALA KECIL SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK UNTUK
PENERANGAN JALAN**

*Telah Diuji Dan Dipertahankan Pada Sidang Sarjana
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Pada Tanggal 14 Februari 2026*

Oleh:

**TARUNA PUTRA
NPM. 2410017211073**

**Disetujui Oleh Tim Penguji:
KETUA**



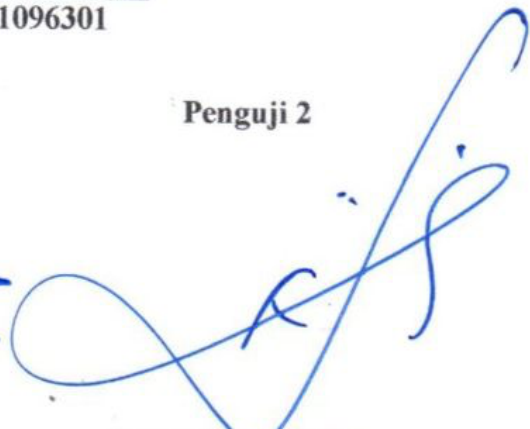
**Dr. Ir. Edi Septe, S. M.T
NIDN. 1001096301**

Penguji 1

Penguji 2



**Dr. Henry Nasution, S.T., M.T
NIDN.1027037002**



**Ir. Khaidir, M.Eng
NIDN. 0003076301**

ABSTRAK

Ketersediaan energi listrik untuk penerangan jalan di wilayah perkotaan dan daerah terpencil masih menghadapi berbagai kendala, terutama keterbatasan sumber energi dan ketergantungan terhadap jaringan listrik konvensional. Salah satu solusi alternatif yang berpotensi dikembangkan adalah pemanfaatan energi angin melalui turbin angin vertikal skala kecil. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, merealisasikan, dan menganalisis kinerja turbin angin vertikal *tipe* Savonius skala kecil sebagai sumber energi listrik untuk penerangan jalan. Metode penelitian yang digunakan meliputi perancangan *prototipe* turbin angin *tipe* Savonius tiga bilah, pembuatan dan perakitan sistem mekanik dan elektrik, serta pengujian kinerja turbin pada kondisi angin alami dengan kecepatan rendah dan tidak konstan. Parameter yang dianalisis meliputi kecepatan putar rotor, tegangan dan arus listrik yang dihasilkan, daya listrik, efisiensi konversi energi, serta kemampuan sistem dalam mengisi baterai dan menyuplai beban penerangan jalan. Berdasarkan hasil pengujian, daya angin tertinggi yang tersedia tercatat sebesar 48.3 *watt*. Daya angin tersebut mampu dikonversi menjadi daya mekanik oleh turbin sebesar 9.64 *watt* dengan efisiensi konversi energi angin ke mekanik sebesar 11.75%. Selanjutnya, daya listrik yang dihasilkan sebesar 5.68 *watt* dengan efisiensi konversi energi mekanik ke listrik sebesar 58.8%. Daya listrik yang diperoleh dinilai cukup untuk mendukung kebutuhan penerangan jalan skala kecil menggunakan lampu DC 5 *watt*, meskipun kestabilan output masih dipengaruhi oleh fluktuasi kecepatan angin. Kinerja turbin dipengaruhi oleh parameter desain rotor dan kondisi lingkungan, khususnya kecepatan angin. Dengan optimalisasi desain dan sistem konversi energi, turbin angin *tipe* Savonius berpotensi menjadi solusi sistem penerangan jalan berbasis energi terbarukan yang mandiri dan berkelanjutan.

Kata Kunci: turbin angin vertikal, Savonius, energi angin, penerangan jalan, energi terbarukan.

ABSTRACT

The availability of electrical energi for street lighting in urban areas and remote regions still faces various challenges, particularly limited energi sources and dependence on conventional power grids. One potential alternative solution is the utilization of wind energi through small-scale vertical axis wind turbines. This study aims to design, develop, and analyze the performance of a small-scale Savonius-type vertical axis wind turbine as a power source for street lighting. The research methodology includes the design of a three-bladed Savonius wind turbine prototipe, fabrication and assembly of mechanical and electrical sistems, and performance testing under natural wind conditions characterized by low and fluctuating wind speeds. The analyzed parameters include rotor rotational speed, generated voltage and current, electrical power output, energi conversion efficiency, and the capability of the sistem to charge batteries and supply street lighting loads. Based on the test results, the highest available wind power recorded was 48.3 watts. This wind power was converted into mechanical power by the turbine amounting to 9.64 watts, with a wind-to-mechanical energy conversion efficiency of 11.75%. Furthermore, the electrical power generated was 5.68 watts, with a mechanical-to-electrical energi conversion efficiency of 58.8%. The electrical power obtained was considered sufficient to support small-scale street lighting using a 5-watt DC lamp, although the output stability was still affected by fluctuations in wind speed.

Key Words: *vertical axis wind turbine, Savonius, wind energi, street lighting, renewable energy..*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

KATA MUTIARA.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Batasan Masalah.....	6
1.5. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Energi Angin dan Potensi Pemanfaatannya	8
2.2. Turbin Angin	10
2.3. Turbin Angin Vertikal Tipe Savonius	11
2.4. Parameter Kinerja Turbin Angin.....	12
2.4.1. Tip speed ratio (TSR)	12
2.4.2. Daya Turbin.....	13
2.4.3. Koefisien Daya (Cp).....	13
2.5. Perhitungan Gaya Dalam Yang Bekerja	13

2.5.1. Jenis-Jenis Tumpuan	14
2.5.2. Analisa Gaya Dalam.....	16
2.5.3. Safety factor.....	18
2.6. Elemen Mesin.....	19
2.7. Proses Charging dan Discharging Pada Baterai	20
2.7.1. Proses Charging (Pengisian).....	20
2.7.2. Proses Discharging (Pengosongan)	21
2.8. Sistem Konversi Energi Listrik	22
2.8.1. Integrasi Penerangan Jalan	23
2.8.2. Keuntungan Sistem Integrasi.....	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2. Teknik Pengumpulan Data	25
3.3. Proses Pengolahan Data	25
3.4. Diagram Alir Penelitian	26
3.4.1. Studi Literatur.....	27
3.4.2. Perhitungan Dimensi Turbin	27
3.4.3. Pemilihan Komponen	27
3.4.4. Pembuatan Desain	30
3.4.5. Pengadaan dan Perakitan.....	30
3.4.6. Pengujian Lapangan	31
3.4.7. Analisa dan Evaluasi	31
3.4.8. Kesimpulan dan Saran.....	31
3.5. Alat Ukur.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1. Perancangan Turbin Savonius	34
4.1.1. Analisa Komponen	35

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik dalam kehidupan modern saat ini semakin meningkat, terutama untuk mendukung infrastruktur publik seperti penerangan jalan. Penyediaan energi listrik yang stabil dan berkelanjutan merupakan tantangan tersendiri karena ketergantungan terhadap sumber energi fosil yang tidak terbarukan dan berdampak negatif terhadap lingkungan. Energi terbarukan menjadi salah satu solusi yang layak dikembangkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil dan mendukung pembangunan yang berkelanjutan.

Energi angin merupakan salah satu bentuk energi terbarukan yang menjanjikan karena energi ini tersedia secara melimpah, bersifat bersih, dan tidak menghasilkan polusi selama operasinya. Pemanfaatan energi angin untuk menghasilkan listrik umumnya dilakukan dengan menggunakan turbin angin. Di Indonesia, potensi energi angin cukup signifikan meskipun kecepatan anginnya relatif rendah dan tidak konstan terutama di wilayah perkotaan atau area pinggir jalan. Hal ini mendorong penelitian dan pengembangan desain turbin angin yang mampu bekerja optimal di kondisi angin rendah tersebut (Mulyadi dan Marhatang, 2013).

Turbin angin dibedakan menjadi dua jenis utama berdasarkan sumbu rotasinya, yakni turbin angin sumbu horizontal dan turbin angin sumbu vertikal (*Vertikal Axis Wind Turbine/VAWT*). Turbin sumbu vertikal *tipe* Savonius adalah salah satu bentuk turbin angin sumbu vertikal yang bekerja berdasarkan gaya hambat (*drag*) sehingga memiliki kemampuan *start-up* yang baik pada kecepatan

angin rendah dan dapat menangkap angin dari segala arah tanpa perlu mekanisme orientasi terhadap arah angin. Keunggulan inilah yang membuat turbin Savonius cocok untuk aplikasi skala kecil seperti penerangan jalan, terutama di daerah yang memiliki kecepatan angin rendah dan variatif.

Sejumlah penelitian di Indonesia telah dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik dan kinerja turbin angin Savonius dalam kondisi nyata. Sebagai contoh, penelitian oleh Mulyadi dan Marhatang menunjukkan bahwa turbin Savonius dengan ketinggian *blade* 90 cm dan diameter 82.5 cm mampu berputar bahkan pada kecepatan angin minimal 0.6 m/s, serta menunjukkan hubungan yang jelas antara kecepatan angin dan arus yang dihasilkan pada generator listrik (Mulyadi dan Marhatang, 2013). Sedangkan penelitian di Unesa membandingkan performa turbin Savonius 2 dan 3 *blade* dengan bantuan *guide vane*, dan menunjukkan bahwa variasi desain dapat memengaruhi daya dan efisiensi yang dihasilkan (Fitrandi, 2014).

Penelitian lain dari Politeknik Negeri Semarang mengkaji karakteristik turbin Savonius dengan variasi sudut serang, dimana masing-masing variasi sudut menghasilkan nilai daya generator yang berbeda tergantung pada kecepatan angin dan konfigurasi sudu (Su'udy, 2021). Penelitian serupa juga menunjukkan bahwa parameter desain seperti jumlah *blade*, diameter, dan sudut *guide vane* memengaruhi efisiensi turbin secara signifikan (Jamal, 2019). Selanjutnya, penelitian oleh Sugeng dkk. mengungkapkan efisiensi turbin Savonius kecil dengan jumlah *blade* berbeda mencapai efisiensi yang terukur bahkan pada kecepatan angin rendah ± 1 m/s (Ucok dkk, 2020).

Selain itu, penelitian oleh Achmad Husen dkk. terhadap turbin Savonius *tipe* kecil menunjukkan bagaimana desain turbin yang tepat mampu menghasilkan energi listrik sesuai fungsi yang diharapkan pada skala kecil (Husen dkk, 2023). Penelitian dari Junaidi dan Premadi juga menekankan pentingnya hubungan antara kecepatan angin dan output daya dari turbin Savonius yang dimodifikasi untuk meningkatkan performa generatornya (Junaidi dan Premadi, 2024). Keberagaman penelitian ini menegaskan bahwa turbin Savonius merupakan pilihan yang relevan dan potensial untuk pengembangan pembangkit listrik skala kecil, termasuk kebutuhan penerangan jalan di area umum.

Secara global, desain dan performa turbin Savonius juga telah menjadi fokus penelitian internasional. Literatur *review* oleh Dewan dkk. menyatakan bahwa parameter seperti koefisien daya (C_p), *tip speed ratio* (TSR), dan rasio geometris turbin sangat berpengaruh terhadap performa turbin Savonius dan bahwa upaya optimasi desain telah dilakukan untuk meningkatkan efisiensi turbin tersebut dalam berbagai kondisi operasi (Dewan dkk, 2021). Penelitian numerik dan eksperimental oleh beberapa peneliti lain menunjukkan bahwa modifikasi bentuk *blade* dan konfigurasi turbin dapat meningkatkan efisiensi dibandingkan model klasik Savonius (Altan dan Gultekin, 2023). Lebih lanjut, studi numerik juga membahas bagaimana variasi desain seperti profil bilah dapat meningkatkan koefisien daya Savonius dalam berbagai kondisi angin (Sakti dan Yuwono, 2021).

Penelitian tentang turbin Savonius di luar negeri juga menunjukkan potensi serta keterbatasannya. Misalnya, studi eksperimental dan numerik tentang *blade* shape memperlihatkan dampak bentuk *blade* terhadap performa turbin dan efisiensinya, termasuk bagaimana berbagai modifikasi desain dapat menghasilkan

peningkatan performa yang signifikan (Zemamou, Aggour, dan Toumi, 2017). Penelitian lain menyoroti pentingnya pengaruh jumlah dan konfigurasi *blade* terhadap performa turbin di berbagai kondisi operasi, meskipun penelitian lanjutan tetap diperlukan untuk aplikasi spesifik seperti pembangkit listrik penerangan jalan (Ananda, 2024).

Dari uraian penelitian terdahulu baik di Indonesia maupun internasional, diketahui bahwa banyak faktor desain yang memengaruhi performa turbin Savonius, dan bahwa turbin ini idealnya dapat diimplementasikan untuk pemanfaatan energi berskala kecil pada kondisi angin rendah. Namun demikian, penelitian yang secara khusus berfokus pada rancang bangun turbin Savonius skala kecil sebagai sumber energi listrik untuk penerangan jalan masih relatif terbatas. Diperlukan studi yang komprehensif yang tidak hanya merancang dan membuat *prototipe*, tetapi juga menganalisis kinerja teknis, efisiensi konversi energi, serta pengaruh parameter desain turbin terhadap performanya secara terukur.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada rancang bangun turbin angin vertikal *tipe* Savonius skala kecil sebagai sumber energi listrik untuk penerangan jalan. Penelitian ini akan mencakup perancangan *prototipe*, pengujian performa di lingkungan nyata, serta kajian parameter desain kritis yang mampu mendukung pengembangan sistem penerangan jalan berbasis energi angin yang berkelanjutan dan aplikatif di Indonesia.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penulis merumuskan masalah tugas akhir sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun turbin angin vertikal skala kecil *tipe* Savonius yang mampu menghasilkan energi listrik pada kondisi kecepatan angin rendah dan tidak konstan?
2. Berapa besar daya listrik dan efisiensi konversi energi yang dihasilkan oleh *prototipe* turbin angin vertikal *tipe* Savonius, serta apakah daya tersebut mencukupi untuk kebutuhan penerangan jalan?
3. Parameter desain apa saja yang paling berpengaruh terhadap kinerja turbin angin vertikal *tipe* Savonius skala kecil dan bagaimana upaya optimalisasi desainnya?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan penelitian dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan merealisasikan *prototipe* turbin angin vertikal skala kecil dengan *blade tipe* Savonius yang mampu beroperasi secara efektif pada kondisi kecepatan angin rendah untuk menghasilkan energi listrik.
2. Menganalisis kinerja teknis dan efisiensi konversi energi dari *prototipe* turbin angin vertikal *tipe* Savonius dalam menghasilkan daya listrik, serta mengevaluasi kemampuannya dalam memenuhi kebutuhan beban penerangan jalan pada kondisi lingkungan terbuka.
3. Mengidentifikasi dan mengkaji parameter desain utama serta faktor lingkungan yang mempengaruhi kinerja turbin angin vertikal *tipe* Savonius skala kecil sebagai dasar optimalisasi desain untuk mendukung pengembangan sistem penerangan jalan berbasis energi angin yang berkelanjutan.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini agar penulisan lebih terarah sesuai dengan latar belakang, dan permasalahan masalah yang ada maka berikut adalah batasan masalah:

1. Desain turbin menggunakan *tipe Savonius 3 blade* dengan ketinggian kerja turbin ± 1 meter dan diameter turbin 5 inch.
2. Pengujian dilakukan dalam lingkungan yang tidak terkendali, dengan pengaruh angin berasal dari kondisi alamiah.
3. Sistem konversi energi sampai pada tahap pembangkitan listrik dan penyimpanan (baterai).
4. Tidak membahas aspek komersial maupun ekonomis dari sistem.

1.5. Sistematika Penulisan

BAB I: PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan gambaran umum dan dasar pemikiran penelitian, yang meliputi latar belakang penelitian yang menguraikan kondisi aktual kebutuhan energi listrik, potensi energi angin, alasan pemilihan turbin angin vertikal *tipe Savonius*, serta urgensi penelitian sebagai solusi penerangan jalan berbasis energi terbarukan, rumusan masalah yang merumuskan permasalahan penelitian secara jelas dan terarah sesuai dengan fokus penelitian, tujuan penelitian yang menjelaskan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, baik tujuan umum maupun tujuan khusus, batasan masalah yang menjelaskan ruang lingkup dan pembatasan penelitian agar pembahasan tetap terfokus dan terukur.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan kajian teori dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian yang meliputi teori energi angin dan potensi pemanfaatannya, turbin angin sumbu vertikal (VAWT), turbin angin vertikal *tipe* savonius, parameter kinerja turbin angin dan sistem konversi energi listrik.

BAB III: METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan metode yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian meliputi jenis dan pendekatan penelitian, waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, variable penelitian, prosedur perancangan dan pembuatan turbin, prosedur pengambilan data dan metode analisa data.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini memaparkan hasil penelitian dan analisisnya, meliputi hasil perancangan dan pembuatan *prototipe*, hasil pengujian turbin angin, analisis kinerja, evaluasi dan pembahasan.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi penutup penelitian meliputi kesimpulan hasil dari penelitian yang menjawab rumusan masalah, tujuan penelitian, dan rekomendasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya dan penerapan sistem di lapangan.