



Pemanfaatan Angin Outdoor AC Sebagai Penggerak Turbin Hybrid

Slamet Santoso¹, Rahmadi², Reza Dega Mahendra³, Zaenal Muttaqin⁴, Asep Heri Kuswanto⁵, Rahmat^{6*}

^{1,3} Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sains Indonesia

^{2,5} Mahasiswa Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sains Indonesia

^{6*} Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sains Indonesia

Jl. Tol Arteri Cibitung No. 50 Kec. Cikarang Barat Kab. Bekasi

Correspondence Email: rahmat.r@lecturer.sains.ac.id

ABSTRAK

Angin panas yang dihasilkan dari *outdoor air conditioner* biasanya terbuang begitu saja ke udara bebas dan jarang dimanfaatkan untuk sesuatu yang bermanfaat, padahal ini merupakan sebuah potensi inovasi yang dapat dimanfaatkan untuk memutar turbin kecil sebagai penghasil energi listrik yang akan sangat bermanfaat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menganalisis sistem sederhana yang memanfaatkan angin buangan dari unit *outdoor air conditioner*. Cara yang digunakan dalam penelitian kali ini meliputi studi literatur, pada perancangan prototipe turbin sederhana dan pengujian sistem secara langsung pada unit *outdoor air conditioner*. Hasil uji menunjukkan bahwa angin dari *outdoor air conditioner* berkapasitas 1/2 PK dengan kecepatan rata-rata 3–6 m/s mampu memutar turbin kecil dan menghasilkan listrik sebesar 2,5–5 volt, tergantung pada tipe generator dan keluaran angin dari *outdoor air conditioner*. walaupun energi yang dihasilkan relatif kecil, sistem ini dapat dimanfaatkan sebagai energi cadangan untuk kebutuhan ringan seperti menyalakan lampu LED 3–5 watt atau mengisi daya alat elektronik kecil. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi inspirasi bagi pengembangan sistem energi *hybrid* berbasis pemanfaatan energi yang terbuang, sehingga dapat meningkatkan efisiensi energi di lingkungan rumah maupun perkantoran.

Kata kunci: angin, energi terbarukan, *outdoor air conditioner*, sistem hybrid, solar panel, Turbin mini,

Abstract

The hot air produced by outdoor air conditioners is usually released into the open air and rarely utilized for something beneficial, even though it presents an opportunity for innovation by being used to rotate a small turbine that can generate electrical energy, which would be very useful. This research aims to develop and analyze a simple system that utilizes waste air from outdoor air conditioner units. The methods used in this study include literature review, designing a simple turbine prototype, and directly testing the system on an outdoor air conditioner unit. Test results show that air from a 1/2 PK outdoor air conditioner, with an average speed of 3–6 m/s, is capable of rotating a small turbine and producing electricity of about 2.5–5 volts, depending on the type of generator and the airflow from the outdoor air conditioner. Although the energy produced is relatively small, this system can be utilized as a backup energy source for light needs such as powering 3–5 watt LED lamps or charging small electronic devices. The results of this study are expected to inspire the development of hybrid energy systems based on the utilization of wasted energy, thereby improving energy efficiency in residential and office environments.

Keywords: air, hybrid system, mini turbine, *outdoor air conditioner*, renewable energy, solar panel.



PENDAHULUAN

Kebutuhan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan semakin berkembang seiring dengan meningkatnya konsumsi listrik pada berbagai sektor kehidupan. Terlebih lagi pada situasi darurat Ketika terjadi pemadaman listrik atau pada wilayah terpencil yang belum mendapatkan distribusi energi listrik, ketersediaan sumber energi listrik portabel menjadi penting. Berbagai macam penelitian telah dilakukan terkait pemanfaatan sistem hybrid tenaga surya dan angin sebagai solusi penyediaan energi bersih dan berkelanjutan (Meher et al., 2024; AbdElrazek et al., 2025; Hassan et al., 2022).

Teknologi dengan sistem hybrid yaitu menggabungkan panel surya (solar photovoltaic) dan turbin angin pada skala kecil memberikan keuntungan karena dapat menghasilkan energi listrik sepanjang hari, baik saat siang dengan tenaga surya maupun saat terdapat angin (Dursun & Aykut, 2019). Salah satu inovasi sederhana yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari adalah memanfaatkan hembusan angin dari unit pendingin ruangan (Air Conditioner) pada outdoor unit sebagai penggerak turbin kecil. Biasanya, hembusan angin dari unit outdoor hanya terbuang begitu saja, padahal memiliki potensi energi yang dapat dimanfaatkan (Hassan et al., 2021).

Dengan menggabungkan tenaga angin dari outdoor air conditioner dengan tenaga surya dari solar panel kecil, energi yang dihasilkan dapat disimpan pada baterai dengan tipe 18650, yang mempunyai kapasitas cukup besar dan cocok untuk aplikasi

portabel (Foles et al., 2023). Baterai ini dapat dimanfaatkan pada malam hari sebagai sumber energi listrik untuk lampu sebagai penerangan jalan, dan untuk menghidupkan alat elektronik kecil seperti charger ponsel atau power bank.

Penelitian terkait sistem hybrid angin dan solar panel dengan penyimpanan baterai lithium-ion sudah banyak dilakukan, yang menunjukkan bahwa sistem ini cukup efektif untuk mendukung suplai energi mandiri (Halim et al., 2021; Gonzalez-Gonzalez et al., 2020). Namun, pemanfaatan angin buangan dari outdoor Air Conditioner sebagai salah satu sumber penggerak turbin kecil masih belum banyak dieksplor, padahal potensinya cukup lumayan besar sebagai energi alternatif pada skala rumah tangga maupu komersial kecil (Engelhardt et al., 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengevaluasi kinerja sistem hybrid sederhana yang memanfaatkan keluaran angin dari outdoor AC yang digabungkan dengan tenaga surya skala kecil sebagai sumber energi untuk pengisian baterai 18650. Hasil dari sistem ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai lampu emergency, penerangan jalan, atau untuk menghidupkan alat elektronik kecil lainnya, khususnya di malam hari atau saat terjadi pemadaman listrik.

KAJIAN TEORI

Sistem Pendingin Air Conditioner (AC) merupakan suatu komponen/peralatan yang

dipergunakan untuk mengatur suhu, sirkulasi, kelembaban dan kebersihan udara didalam ruangan. Saat ini AC sudah banyak digunakan oleh masyarakat sebagai alat rumah tangga yang umum digunakan. Sebagai dampak dari global warming yang terus meningkat maka dapat diprediksi di masa yang akan datang semua keluarga akan memiliki AC. Fungsi Sistem AC Sistem Air Conditioner (AC) digunakan untuk membuat temperatur udara di dalam suatu ruangan menjadi nyaman. Apabila suhu pada suatu ruangan terasa panas maka udara panas ini diserap sehingga temperaturnya menurun. Apabila udara dalam ruangan lembab maka kelembaban akan dikurangi sehingga udara dipertahankan pada tingkat yang menyenangkan.

AC Outdoor atau AC yang berada di luar ruangan berfungsi untuk mengeluarkan panas yang sebelumnya diserap oleh AC Indoor. Komponen AC outdoor terdiri dari Kompresor, Kondensor, dan Kipas AC Outdoor. Selain komponen AC indoor dan outdoor tadi, ada Freon (Refrigerant) dan Pipa AC yang menjadi penghubung di antara unit AC indoor dan outdoor.

Unit ditempatkan di luar bangunan atau di tempat yang terbuka. Unit ini bertanggung jawab mengeluarkan panas yang diambil dari udara ruangan. Unit outdoor bertanggung jawab untuk menyalurkan panas yang diserap oleh refrigeran dari unit indoor ke udara luar. Proses tersebut melibatkan kompresor yang bertugas untuk meningkatkan tekanan dan suhu refrigeran agar panasnya dapat dilepaskan ke udara luar. Unit outdoor juga mengandung kipas untuk membantu meniup udara

melalui penukar panas dan membantu dalam proses penghilangan panas.



Gambar 1. Unit Outdoor AC

1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

PLTS menggunakan panel fotovoltaik (PV) untuk mengubah energi matahari menjadi listrik. Daya output dari panel surya dapat dihitung dengan rumus:

$$P = V \times I \dots\dots\dots (1)$$

di mana:

- P = daya (Watt),
- I = arus (Ampere),
- V = tegangan (Volt).

1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA)

PLTA memanfaatkan turbin angin untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik. Daya dapat dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times v \times C_p \dots\dots\dots (2)$$

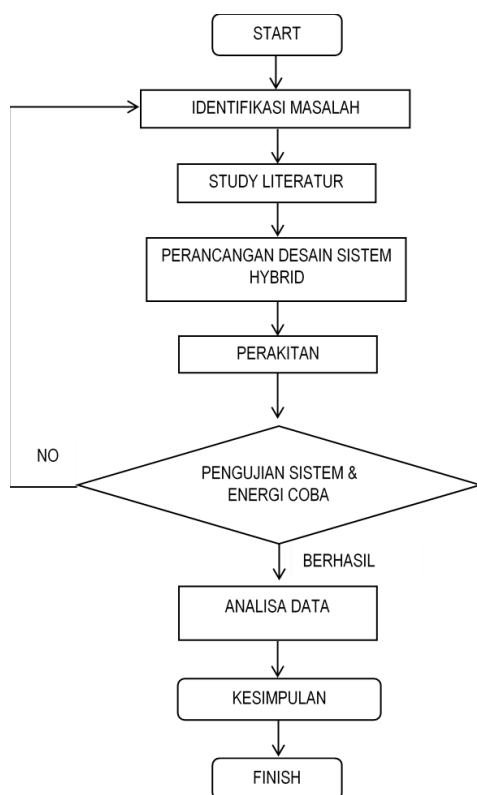
Dimana:

- P = daya (watt)
- ρ = densitas udara (kg/m^3)
- A = luas area sapuan baling-baling (m^2)
- v = kecepatan angin (m/s)
- C_p = koefisien daya turbin (max teoritis hukum Betz = 0.593)

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental untuk menganalisis desain dan menggabungkan dua atau lebih sumber energi, seperti tenaga surya dan angin, untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi pasokan energi. Kombinasi ini memanfaatkan kelebihan masing-masing sumber energi untuk mengatasi keterbatasan individu, seperti variabilitas cuaca dan waktu.

Diagram alir dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem dilakukan dalam dua kondisi, yaitu saat *outdoor air conditioner* beroperasi di siang hari serta saat pemakaian energi di malam

hari. Hasil pengamatan selama 3 hari pengujian berturut-turut disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Pengujian *Outdoor*

Komponen	Spesifikasi
Motor DC Mini N20	5V 200mA @ 500 rpm (as generator)
Solar Panel	5V 2W
Waktu AC menyala	8 jam/hari (pukul 14.00–22.00)
Intensitas angin buangan	rata-rata 2,5 m/s
Solar Panel aktif	6 jam/hari efektif (pukul 10.00–16.00)
Baterai 18650	2000 mAh 3,7V
Efisiensi konversi sistem	70% (karena loss di dioda, kabel, dsb)

➤ Dari 1 turbin kecil menghasilkan:

Tegangan output = 5V

Arus = 0,2A (200mA)

Mencari nilai daya ;

$$P = V \times I$$

$$= 5 \times 0,2 = 1 \text{ Watt}$$

Daya turbin:

$$1W \times 3 = 3 \text{ Watt}$$

a. Energi per jam:

$$3W \times 1 \text{ jam} = 3 \text{ Wh}$$

b. Dalam 8 jam:

$$Wh \times 8 = 24 \text{ Wh}$$

Setelah efisiensi sistem (70%)

$$24 \text{ Wh} \times 0,7 = 16,8 \text{ Wh}$$

➤ Dari Solar Panel

Solar panel 5V 2W

a. Energi per jam: $2W \times 1 \text{ jam} = 2 \text{ Wh}$

b. Dalam 6 jam efektif:

$$2 \text{ Wh} \times 6 = 12 \text{ Wh}$$

Setelah efisiensi sistem (70%)

$$12 \text{ Wh} \times 0,7 = 8,4 \text{ Wh Total energi}$$

$$16,8 \text{ Wh (angin)} + 8,4 \text{ Wh (surya)} = 25,2 \text{ Wh}$$

➤ Daya tersimpan pada baterai

Baterai 18650 3,7V 2000mAh

$$\text{Kapasitas} = 3,7V \times 2 \text{ Ah} = 7,4 \text{ Wh}$$

Artinya:

Sistem ini bisa penuh isi baterai 18650 sebanyak 3,4 kali ($25,2 \text{ Wh} / 7,4 \text{ Wh} \approx 3,4$)

Jadi :

Dalam 1 hari (8 Jam AC dan 6 jam energi matahari) dapat mengisi penuh 3 baterai 18650 dengan masing-masing baterai berkapasitas 2000 mAh dan mendapatkan energi 25,2Wh energi yang disimpan pada baterai.

➤ Hasil Dasar Perhitungan:

- Air conditioner hidup dari jam 14.00 – 22.00
- Solar panel aktif pukul 10.00–16.00
- Efisiensi sistem total: 70%

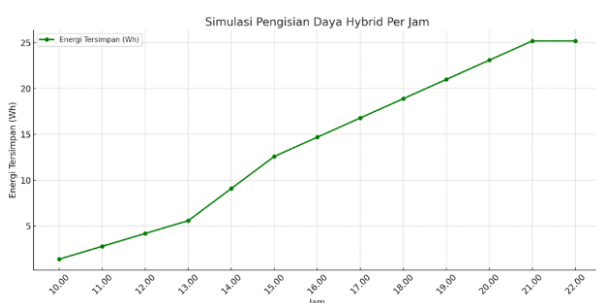
Berikut adalah grafik simulasi :

Tabel 2. simulasi pengujian Outdoor

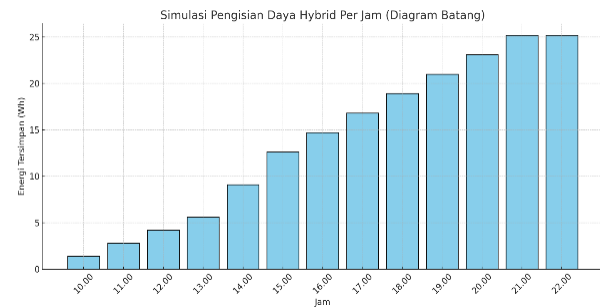
Jam	Daya Turbin (W)	Daya Solar Panel (W)	Total Daya (W)	Energi Tersimpan (Wh)	Keterangan
10.00	0	1.4	1.4	1.4	Hanya solar aktif
11.00	0	1.4	1.4	2.8	Hanya solar aktif
12.00	0	1.4	1.4	4.2	Hanya solar aktif
13.00	0	1.4	1.4	5.6	Hanya solar aktif
14.00	2.1	1.4	3.5	9.1	Solar + angin
15.00	2.1	1.4	3.5	12.6	Solar + angin
16.00	2.1	0	2.1	14.7	Hanya angin
17.00	2.1	0	2.1	16.8	Hanya angin
18.00	2.1	0	2.1	18.9	Hanya angin
19.00	2.1	0	2.1	21.0	Hanya angin
20.00	2.1	0	2.1	23.1	Hanya angin
21.00	2.1	0	2.1	25.2	Hanya angin
22.00	0	0	0	25.2	AC mati, sistem off

Grafik Simulasi

Tabel asumsi pengisian energi yang di dapatkan dari angin outdoor air conditioner dan solar panel. Berikut adalah grafik simulasi dari pengisian energi yang di dapatkan dari angin outdoor air conditioner dan solar panel.



Gambar 3. Grafik Simulasi vs Energi Tersimpan



Gambar 4. Grafik Simulasi vs Energi tersimpan

KESIMPULAN

Sistem seperti ini dapat mengoptimalkan energi yang terbuang dari outdoor air conditioner dan memanfaatkan sinar matahari sekaligus untuk kebutuhan daya skala kecil, ekonomis, dan ramah lingkungan.

- Dengan kombinasi 3 turbin mini di outdoor AC + solar panel 5V 2W.
- Dalam 1 hari penuh operasional, sistem bisa menyimpan 25,2 Wh.
- Cukup untuk mengisi penuh 3 baterai 18650 kapasitas 2000mAh.

Referensi

- [1]. AbdElrazek, A.S., Soliman, M. & Khalid, M., 2025. Evaluating the techno-economic viability of a solar PV-wind turbine hybrid system with battery storage. *arXiv preprint arXiv:2501.01234*.
- [2]. Rahmat, R., Sumardiyanto, H., Laksana, R. N., Natawibawa, M., Anggara, D., & Munawar, K. (2024). Rancang Bangun Mesin Stirling Tipe Gamma Menggunakan Metode Vdi 2221. *Jurnal Ekselenta-Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, 1(1), 14-22.
- [3]. Dursun, B. & Aykut, N.C., 2019. A review of hybrid renewable energy systems for electricity generation: Configurations, control strategies, and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, pp.212-227.



- [4]. Rahmat, D. W. K. (2019). Pengembangan Mesin Stirling Tipe Gamma Sebagai Tenaga Penggerak Kipas Angin. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 9(1), 28-36.
- [5]. Imron, Jefri, R. R., Teknik, F., & Indonesia, S. (2025). Analisis Desain dan Keandalan Bejana Bertekanan pada Industri Energi Pendekatan Numerik dan Eksperimental. *Jurnal Ekselenta-Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, 1(2), 1–10.
- [6]. Rahmat. (2025). Evaluasi Keterlambatan Jadwal Pelaksanaan Proyek Konstruksi Pengadaan Pedestal Crane PT. XYZ. *Ekselenta, Jurnal*, 1(2), 6–13.
<https://doi.org/DOI:10.13140/RG.2.2.16009.15202>
- [7]. Engelhardt, R., Arora, R. & Maheshwari, R., 2021. Feasibility study of micro wind turbines for capturing exhaust air from air conditioning systems. *Energy Reports*, 7, pp.5120-5129.
- [8]. Rahmat. (2025). Evaluasi Keterlambatan Jadwal Pelaksanaan Proyek Konstruksi Pengadaan Pedestal Crane PT. XYZ. *Ekselenta, Jurnal*, 1(2), 6–13.
<https://doi.org/DOI:10.13140/RG.2.2.16009.15202>
- [9]. Foles, A., Olatomiwa, L. & Mekhilef, S., 2023. Performance assessment of lithium-ion batteries in hybrid renewable energy systems: A comprehensive review. *Renewable Energy*, 204, pp.1125-1140.
- [10]. Gonzalez-Gonzalez, A., Melero, J.J. & Gomez-Aleixandre, J., 2020. Optimization of hybrid renewable systems with battery storage for rural electrification. *Renewable Energy*, 145, pp.2341-2354.
- [11]. Rahmat, R. (2024b). Analisa Kinerja Mesin T-101 Dan TM-660 Pada Proses Mock Up Hot Tapping Pipa LNG. *Ekselenta, Jurnal*, 1(1), 57–63. <https://doi.org/DOI:10.13140/RG.2.2.19364.59522>
- [12]. Imron, J., Anggara, D., Laksana, R. N., Natawibawa, M., & Sumardiyanto, H. (2025). Studi Eksperimental Pengaruh Pelatihan K3 Terhadap Kepatuhan Operator Mesin Di Industri Otomotif. *Jurnal Ekselenta-Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, 1(2), 57-64.
- [13]. Halim, M.A., Rubaiee, S. & Khatun, R., 2021. Performance analysis of hybrid solar-wind energy systems for standalone applications in coastal areas. *Energy Reports*, 7, pp.119-130.
- [14]. Hassan, A., Abdulrahman, H. & Hossain, M., 2024. Hybrid renewable energy systems for off-grid and emergency applications: A review. *Renewable Energy Focus*, 50, pp.64-79.
- [15]. Hassan, M.S., Alam, M.M. & Rahman, M., 2021. Utilization of HVAC exhaust airflow for small-scale wind energy generation: A pilot study. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 47, p.101512.
- [16]. Meher, S., Mali, K. & Lad, D., 2024. A review on the solar and wind hybrid system. *International Journal of Novel Research and Development (IJNRD)*, 9(3), pp.18-26.
- [17]. Saranya, M. & Samuel, G.G., 2024. Energy management in hybrid photovoltaic–wind system using optimized neural network. *Electrical Engineering*, 106(1), pp.475–492.
<https://doi.org/10.1007/s00202-023-01991-4>
- [18]. Roysen, U., Rochmad, I., Rahmat, R., Ginny, P. L., Juniawan, S., & Daruki, D. (2024, November). REDUCTION OF DEFECT RATE IN THE LINE MAINTENANCE INSPECTION PROCESS USING SIX SIGMA METHOD IN AN INDONESIAN AIRLINE. In *International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology*
- [19]. Tahiri, F.E., Chikh, K. & Khafallah, M., 2021. Optimal management energy system and control strategies for isolated hybrid solar-wind-battery-diesel power system. *Emerging Science Journal*, 5(2), pp.111–124. <https://doi.org/10.28991/esj-2021-01262>
- [20]. Yasin, A.M. & Alsayed, M.F., 2021. Fuzzy logic power management for a PV/wind microgrid with backup and storage systems. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 11(4), pp.2876–2888.
<https://doi.org/10.11591/ijece.v11i4.pp2876-2888>
- [21]. Iskandar, I. (2022). Analisa keretakan material mounting boom hydrolic axcavator merk hitachi ZX-470 LC-3f di PT. Darma Henwa Tbk tambang Asam-asam Kalimantan Selatan. *Jurnal Teslink: Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4(2), 124-136.