

Pemanfaatan Limbah Botol Plastik sebagai Bahan Baku Pembuatan Turbin Angin Untuk Penggerak Dinamo DC pada Sistem Energi Terbarukan

Melkhianus Engel Bestari Langaor^{1,*}, Febi Rahmadianto²

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang

Kata kunci

Turbin angin
Botol bekas
Dinamo DC
Energi terbarukan
Daur ulang plastik.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan limbah botol plastik sebagai bahan baku dalam pembuatan turbin angin yang digunakan untuk menggerakkan dinamo DC dalam sistem energi terbarukan. Sampah plastik, yang semakin menumpuk di lingkungan, dapat dialihkan menjadi sumber energi alternatif melalui proses daur ulang yang inovatif. Dalam penelitian ini, botol plastik bekas digunakan untuk membangun bilah turbin angin yang dapat menghasilkan daya listrik. Proses desain melibatkan analisis bentuk dan ukuran bilah turbin yang efektif dalam menangkap energi angin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa turbin angin yang terbuat dari botol plastik mampu menghasilkan energi yang cukup untuk menggerakkan dinamo DC dan menghasilkan aliran listrik. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengurangan limbah plastik dan pengembangan teknologi energi terbarukan yang ramah lingkungan. Selain itu, penerapan sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi dalam mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil serta mendukung keberlanjutan energi di masa depan.

* **Corresponding author:**

Melkhianus Engel Bestari Langaor (email: Engelbestari@gmail.com)

Diterima: 20 Maret 2025

Disetujui: 16 April 2025

Dipublikasikan: 17 April 2025

1 Pendahuluan

Perkembangan teknologi dan kebutuhan energi yang terus meningkat telah mendorong masyarakat untuk mencari solusi inovatif dalam pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan. Kebutuhan akan energi listrik semakin lama semakin meningkat, salah satunya di sektor transportasi kendaraan darat. Dalam beberapa tahun terakhir, masalah sumber daya fosil dan iklim dunia menjadi semakin serius karena pesatnya perkembangan ekonomi industri dan pesatnya pertumbuhan populasi dunia. Perkembangan teknologi yang pesat mendorong penggunaan energi dalam jumlah yang besar.

Namun, pengembangan teknologi energi terbarukan seperti turbin angin sering kali dihadapkan pada tantangan biaya produksi yang tinggi dan ketergantungan terhadap bahan baku yang sulit didaur ulang. Dalam konteks ini, limbah botol plastik, yang merupakan salah satu jenis limbah terbesar di dunia, memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan komponen turbin angin. Limbah botol plastik, khususnya yang berbahan dasar polietilena tereftalat (PET), memiliki sifat fisik seperti ringan, kuat, dan tahan terhadap korosi, sehingga cocok untuk diaplikasikan pada teknologi energi terbarukan.

Permasalahan lingkungan hidup saat ini menjadi hal yang marak dibicarakan masyarakat dunia. Bukan hal yang positif yang menjadi perbincangan tersebut, melainkan hal yang membawa dampak negatif dan sangat merugikan, seperti penggundulan hutan, lahan krisis, menipisnya lapisan ozon, pemanasan global, tumpahan minyak di laut, dan ikan-ikan mati di anak sungai karena zat-zat kimia. Selain itu, permasalahan lingkungan hidup yang mulai menunjukkan peningkatan yang signifikan adalah permasalahan penggunaan barang plastik sekali pakai sehingga menimbulkan penumpukan limbah sampah plastik[1].

Di sisi lain, permasalahan limbah plastik menjadi isu lingkungan yang sangat mendesak. Data dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa limbah plastik membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terurai

secara alami, bahkan hingga ratusan tahun. Akumulasi limbah plastik di lingkungan tidak hanya mencemari tanah dan air, tetapi juga membahayakan ekosistem secara keseluruhan. Dan menurut laporan Jambeck Research Group pada 2015, Indonesia menempati peringkat ke-2 setelah China dalam kontribusi sampah plastik ke laut, dengan estimasi sekitar 3,2 juta ton sampah plastik per tahun, dan sekitar 640.000–1,29 juta ton berakhir di laut. Pada tahun 2024, sampah plastik di Indonesia diproyeksikan mencapai sekitar 13,98% dari total timbunan sampah nasional, dengan volume diperkirakan sekitar 9,9 juta ton[2].

Sampah plastik merupakan jenis limbah yang sangat sulit terurai dalam tanah dan membutuhkan waktu ratusan tahun untuk terurai. Plastik adalah sampah non-organik yang memiliki banyak kegunaan, namun juga bisa memberikan dampak negatif yang signifikan jika tidak dimanfaatkan dan digunakan dengan bijak, terutama dalam kehidupan sehari-hari [3]. Oleh karena itu, upaya untuk mendaur ulang limbah plastik menjadi produk yang bermanfaat, seperti turbin angin, merupakan langkah strategis dalam mendukung keberlanjutan lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah botol plastik sebagai bahan baku pembuatan turbin angin yang dapat digunakan sebagai penggerak dinamo DC pada sistem energi terbarukan. Pemanfaatan limbah plastik ini tidak hanya berkontribusi dalam mengurangi akumulasi sampah plastik, tetapi juga memberikan alternatif solusi hemat biaya dalam pengembangan teknologi energi terbarukan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bentuk inovasi yang mendukung terciptanya sistem energi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh model turbin angin berbasis limbah plastik yang efisien dan aplikatif, serta mampu menjadi prototipe untuk pengembangan lebih lanjut di bidang energi terbarukan. Dengan pendekatan ini, pemanfaatan limbah plastik tidak hanya menyelesaikan masalah lingkungan, tetapi juga memberikan nilai tambah yang signifikan dalam mendukung transisi menuju energi bersih.

2 Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan limbah botol plastik sebagai bahan baku dalam pembuatan turbin angin guna menggerakkan dinamo DC dalam sistem energi terbarukan. Metode penelitian ini mencakup beberapa aspek penting, mulai dari lokasi dan waktu penelitian hingga teknik analisis data yang digunakan.

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Malang, dengan periode penelitian yang berlangsung dari Januari hingga Maret 2025. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada ketersediaan fasilitas yang mendukung eksperimen dan pengujian turbin angin.

Tahapan penelitian ini mencakup beberapa langkah utama. Pertama, dilakukan studi literatur untuk memahami konsep dasar energi terbarukan dan pemanfaatan limbah plastik. Selanjutnya, dilakukan desain dan perancangan model turbin angin yang menggunakan botol plastik sebagai bilah. Setelah desain selesai, dilakukan pembuatan dan perakitan turbin angin. Tahap berikutnya adalah pengujian performa turbin dalam berbagai kondisi kecepatan angin. Hasil dari pengujian ini dianalisis untuk mengevaluasi efisiensi sistem yang telah dirancang dan mengidentifikasi potensi perbaikannya.

Dalam penelitian ini, beberapa bahan utama digunakan, antara lain botol plastik bekas (jenis PET) sebagai bilah turbin, pipa PVC sebagai poros, besi kotak sebagai rangka penopang, bearing sebagai bantalan poros, dinamo DC sebagai generator listrik, serta kabel listrik dan lampu LED sebagai beban listrik. Untuk mendukung eksperimen, digunakan berbagai alat seperti:

1. Anemometer – Digunakan untuk mengukur kecepatan angin di lokasi pengujian turbin angin.
2. Multimeter – Berfungsi untuk mengukur tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh dinamo DC.
3. Alat Potong (Gunting dan Cutter) – Digunakan untuk memotong botol plastik sesuai desain bilah turbin.
4. Bor Listrik – Untuk melubangi bahan yang diperlukan dalam perakitan turbin angin.
5. Obeng dan Baut – Digunakan untuk menyambungkan bagian-bagian turbin seperti poros, bilah, dan rangka.
6. Lem Tahan Air – Berfungsi untuk memperkuat sambungan antara komponen turbin angin.
7. Kabel Listrik – Digunakan untuk menghubungkan dinamo DC ke lampu LED sebagai indikator daya listrik yang dihasilkan.
8. Dinamo DC – Mengubah energi mekanik dari putaran turbin menjadi energi listrik.
9. Lampu LED – Digunakan sebagai beban listrik untuk melihat efektivitas energi yang dihasilkan oleh turbin angin.

Cara Pembuatan Turbin Angin

1. Persiapan bahan dan alat – Mengumpulkan semua bahan dan alat yang diperlukan sesuai dengan spesifikasi desain.
2. Pembuatan bilah turbin – Botol plastik bekas dipotong sesuai bentuk bilah turbin dan disesuaikan dengan ukuran yang dirancang.
3. Perakitan poros turbin – Pipa PVC dipasang sebagai poros utama turbin, dihubungkan dengan bearing untuk mengurangi gesekan.
4. Pemasangan bilah turbin – Bilah turbin yang telah dipotong dipasang pada poros dengan menggunakan baut dan lem tahan air.
5. Pembuatan rangka penopang – Besi kotak digunakan untuk membuat rangka yang kokoh untuk menopang turbin dan dinamo DC.
6. Pemasangan dinamo DC – Dinamo dipasang pada rangka dan dihubungkan dengan poros untuk menangkap energi mekanik dari putaran turbin.
7. Instalasi sistem listrik – Kabel listrik dihubungkan dari dinamo DC ke lampu LED untuk menguji apakah turbin dapat menghasilkan listrik.
8. Pengujian alat – Turbin angin diuji dengan berbagai kecepatan angin untuk melihat performa dan efisiensi sistem.

Ruang lingkup penelitian ini berfokus pada pemanfaatan limbah botol plastik sebagai bahan utama bilah turbin angin. Pengujian dilakukan untuk mengetahui efektivitas turbin angin dalam menghasilkan energi listrik pada kecepatan angin tertentu. Data penelitian dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap performa turbin angin, pengukuran tegangan dan arus listrik menggunakan multimeter, serta eksperimen dengan variasi kecepatan angin untuk menganalisis efisiensi sistem.

Prosedur penelitian ini diawali dengan persiapan bahan dan alat yang diperlukan. Selanjutnya, dilakukan perakitan turbin angin dengan cara memotong botol plastik untuk bilah turbin, merakit bilah dengan poros, memasang bearing dan penopang turbin, serta menyambungkan dinamo DC dengan sistem turbin. Setelah perakitan selesai, dilakukan pengujian alat di berbagai kecepatan angin. Data hasil pengukuran tegangan dan daya listrik yang dihasilkan dicatat dan dianalisis untuk mengevaluasi efisiensi sistem dan membandingkannya dengan desain lain.

Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah interpretasi serta pengambilan kesimpulan terkait efektivitas turbin angin berbahan limbah botol plastik. Dengan metode penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh model turbin angin yang efisien dan dapat dijadikan prototipe pengembangan lebih lanjut di bidang energi terbarukan.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Uji Coba Kecepatan Angin dan Tegangan Listrik

Untuk hasil pengujian seperti kecepatan angin dan tegangan listrik yang dihasilkan oleh kincir angin dengan dinamo DC, kita dapat menyajikan data dalam bentuk tabel dan grafik,

Tabel 1. Data kecepatan angin dan tegangan listrik yang dihasilkan oleh kincir angin dengan dinamo DC

NO	Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan Listrik (V)	Keterangan
1.	3	5,0	Lambat
2.	4	5,9	Sedang
3.	5	6,3	Cepat

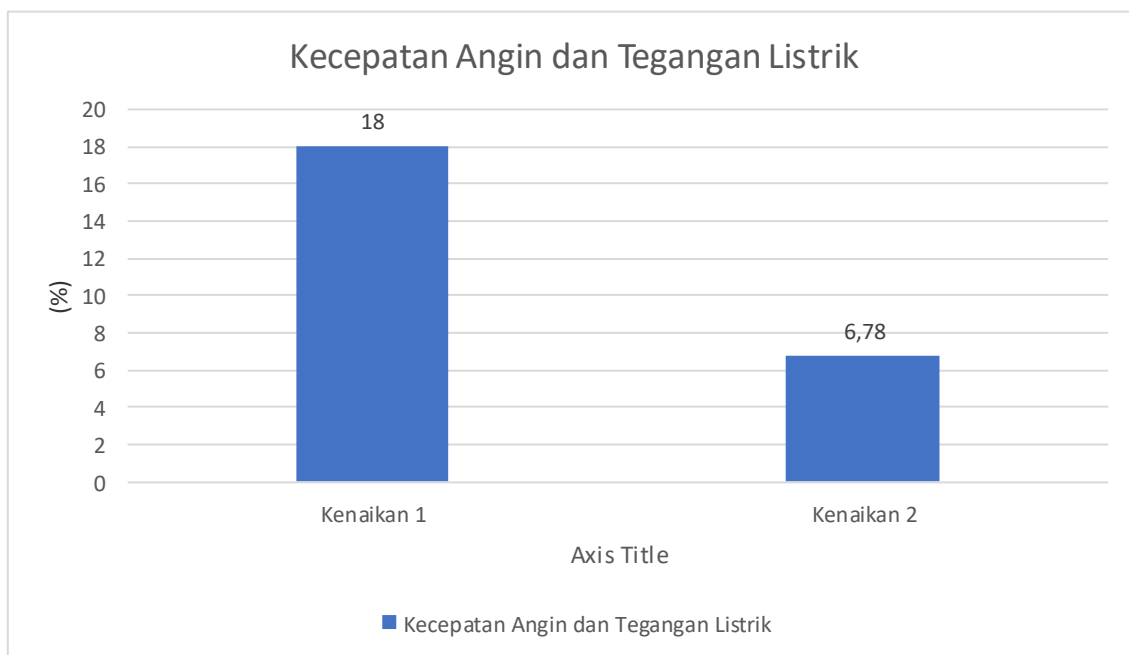
Pada tabel 1 bisa dilihat bahwa pada kecepatan angin 3m/s dapat menghasilkan tegangan listrik sebesar 5V, pada 4m/s dapat menghasilkan tegangan listrik sebesar 5,9V, pada 5m/s dapat menghasilkan tegangan listrik sebesar 6,3V, dengan rata-rata kecepatan angin sebesar 4m/s dapat menghasilkan tegangan listrik sebesar 5,7V.

3.2 Grafik Kecepatan Angin dan Tegangan Listrik



Gambar 1 Hasil Uji Coba Antara Kecepatan Angin dan Tegangan Listrik

Pada grafik 4.1 dapat dilihat bahwa tegangan listrik yang dihasilkan mengalami peningkatan sejalan dengan meningkatnya kecepatan angin, dikarenakan dengan meningkatnya kecepatan angin maka energi kinetik yang dihasilkan juga akan mengalami peningkatan



Gambar 2 Kenaikan Tegangan Listrik

Dari grafik 4.4 bisa dilihat kenaikan daya listrik pertama dari uji coba satu ke uji coba dua sebesar 160% dan kenaikan daya listrik kedua dari uji coba dua ke uji coba tiga sebesar 107,69%

3.3 Hasil Uji Coba Kecepatan Angin Dan Daya Listrik

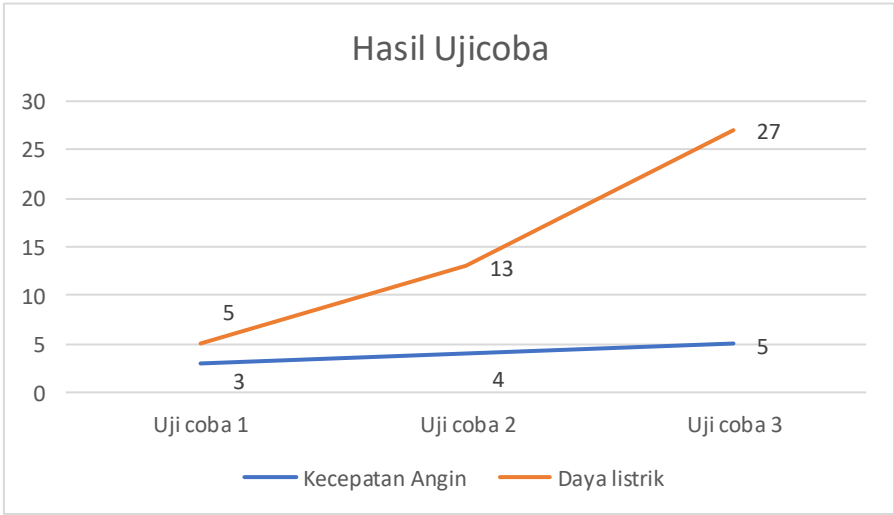
Untuk hasil pengujian seperti kecepatan angin dan daya listrik yang dihasilkan oleh kincir angin dengan dinamo DC, kita dapat menyajikan data dalam bentuk tabel dan grafik

Table 2 Hasil Kecepatan Angin dan Daya Listrik

No.	Kecepatan Angin	Daya listrik
1.	3	5
2.	4	13
3.	5	27

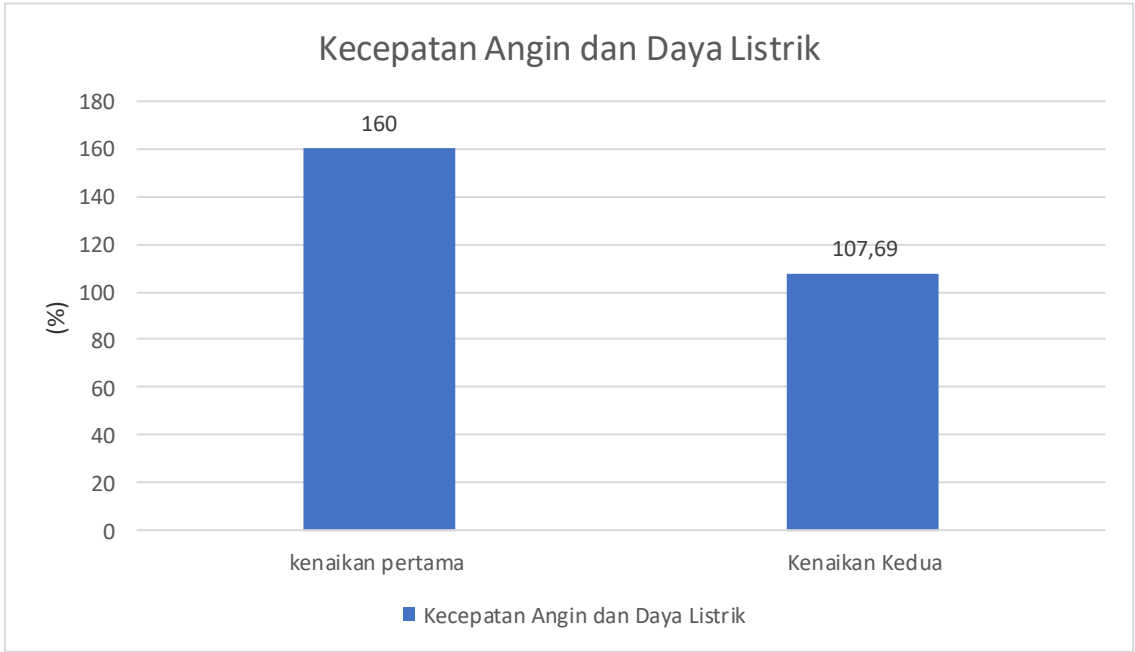
Pada tabel 4.2 dapat dilihat pada kecepatan angin 3m/s menghasilkan daya listrik sebesar 5 watt, dilihat pada kecepatan angin 4m/s menghasilkan daya listrik sebesar 13 watt, dilihat pada kecepatan angin 5m/s menghasilkan daya listrik sebesar 27 watt

3.4 Grafik Kecepatan Angin dan Daya Listrik



Gambar 3 Hasil Uji Coba Kecepatan Angin Dan Daya Listrik

Dari grafik 4.2 dapat dilihat, pada kecepatan angin 3 m/s daya yang dapat dihasilkan sebesar 5 Watt, pada kecepatan angin 4 m/s tegangan yang dihasilkan mengalami kenaikan sebesar 13 Watt, dan ada kecepatan 5 m/s tegangan yang dihasilkan mengalami kenaikan sebesar 27 Watt.



Gambar 4 peningkatan Daya Listrik

Dari grafik 4.4 bisa dilihat kenaikan daya listrik pertama dari uji coba satu ke uji coba dua sebesar 160% dan kenaikan daya listrik kedua dari uji coba dua ke uji coba tiga sebesar 107,69%

4 Kesimpulan

Pada uji coba turbin angin saat ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Turbin angin dari botol plastik mampu menghasilkan daya listrik sebesar 5 watt pada kecepatan angin 3m/s. Dengan efisiensi sebesar 40,31%
2. Turbin angin dari botol plastik mampu menghasilkan daya listrik sebesar 13 watt pada kecepatan angin 4m/s. Dengan efisiensi sebesar 44,22%
3. Turbin angin dari botol plastik mampu menghasilkan daya listrik sebesar 27 watt pada kecepatan angin 5m/s. Dengan efisiensi sebesar 47,02%

5 Referensi

- [1] Putra, M. N. A., Zahrani, N. A., Zahra, T. A., et al. (2025). Sampah Plastik sebagai Ancaman terhadap Lingkungan. *Aktivisme: Jurnal Ilmu Pendidikan, Politik dan Sosial Indonesia*, 2(1), 154-165.
- [2] Fadhilah, S. A., Wardani Simanjuntak, S. R., Syahfitri, Y., et al. (2024). Pemanfaatan Limbah Plastik Melalui Inovasi Ecobricks di Desa Setia Tawar Barat. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Nusantara (JPMN)*, 4(2), 106-112.
- [3] Krisyanti, Ilona VOS, Anjang Priliantini. 2020. Pengaruh Kampanye Pantang Plsatik terhadap Sikap Ramah Lingkungan (Survei pada Pengikut Instagram @GreenpeaceID). *Jurnal Komunika* Vol. 9.
- [4] Firdaus, A. A., Khuria, Kusuma, K. W., & Salvaningtyas, N. (2022). Pemantauan kecepatan turbin angin sumbu vertikal secara real-time berdasarkan Internet of Things. *Alinier Jurnal*, 3(1), Mei 2022.
- [5] Cheng, G., Yang, S., Wang, X., Guo, Z., & Cai, M. (2023). Study on the recycling of waste wind turbine blades. *Journal of Engineering Research*, 11, 13–17.
- [6] Gomes, S. N., Mursanto, W. B., & Suharto, B. (2023). Pembuatan dan pengujian turbin angin Savonius tipe-U 4 sudu sumbu vertikal. *Jurnal Energi*, 12(2), November 2023.
- [7] H. Desrizal and I. H. Rosma, "ANALISIS KETERSEDIAAN SISTEM PEMBANGKIT BERBASISKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN (PLTB) DAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)," vol. 5, 2018.
- [8] S. Saodah and N. Hariyanto, "PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK HYBRID DENGAN KAPASITAS 3 KVA," 2019.
- [9] S. S. Putri, . S., and . Y., "Analisis Cara Kerja Turbin Angin Sumbu Vertikal," *J. Pendidik. Sains Dan Teknol.*, vol. 2, no. 2, pp. 1034–1036, Dec. 2023, doi: 10.47233/jpst.v2i2.1356.