

ANALISIS KINERJA PEMANFAATAN ENERGI ANGIN TERHADAP PEMBEKUAN (FREEZING) BUAH MANGGA DENGAN VARIASI KEMIRINGAN SUDUT *BLADE*

Yudhy Kurniawan*, Bobi Khoerun, Yusuf Nur Rohmat, dan Ibnu Maulana

Politeknik Negeri Indramayu

*Email: yudhykurniawan77@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received date:

15 September 2022

Received in revised form date:

13 October 2022

Accepted date

5 November 2022

Available online date

10 November 2022

Abstract

The use of wind energy as a source of electric power is still low. This is because the wind speed in Indonesia is between 2 to 6 m/s so it is not easy to produce large-scale electrical energy. However, it is known that its potential in Indonesia exists almost all year round. The purpose of testing this tool is to find out whether the performance of the mango freezing system can be efficiently using electrical power from wind energy. The research method was carried out a theoretical study based on the relevant literature, then prepared tools for set up and test installation with variations in the slope of the windmill blade angle (0, 20, and 40°). Furthermore, the test data will be carried out a comparative analysis of the performance of various variations in the slope of the blade angle. From the results of this study, the value of refrigeration efficiency of the freezing machine of blade angle 0° can be obtained by 58 %, blade angle 20° by 55 %, and blade angle 40° by 54 %. While the wind turbine power efficiency value from the blade angle inclination variation 0° obtained a value of 26 %, the blade angle 20° obtained a value of 25 %, the blade angle 40° obtained 24 %. From the results of the efficiency of the wind turbine, it is small enough to be able to supply electricity for freezing, so it needs to be backed up with electrical energy from PLN.

Keywords: *Wind energy utilization, Freezing of mango fruits, performance of wind turbine.*

Kata kunci:

Pemanfaatan energi angin
Pembekuan buah mangga
Kinerja turbin angin

Abstrak

Penggunaan energi angin sebagai sumber tenaga listrik masih rendah. Hal ini karena kecepatan angin rata-rata di Indonesia antara 2 sampai 6 m/s sehingga tidak mudah untuk menghasilkan energi listrik skala besar. Akan tetapi diketahui bahwa potensinya di Indonesia ada hampir sepanjang tahun. Tujuan pengujian alat ini adalah mengetahui apakah kinerja sistem pembekuan buah mangga bisa efisien menggunakan daya listrik dari energi angin. Metode penelitian dilakukan kajian teoritis berdasarkan literatur yang relevan, kemudian menyiapkan alat untuk *set up* dan instalasi pengujian dengan variasi kemiringan sudut *blade* kincir angin (0, 20, dan 40°). Selanjutnya data pengujian akan dilakukan analisa perbandingan kinerja dari berbagai variasi kemiringan sudut *blade* tersebut. Dari hasil penelitian ini dapat diperoleh nilai efisiensi refrigerasi dari mesin *freezing* sudut *blade* 0° sebesar 58 %, sudut *blade* 20° sebesar 55 %, dan sudut *blade* 40° sebesar 54 %. Sedangkan Nilai efisiensi daya turbin angin dari variasi kemiringan sudut *blade* 0° memperoleh nilai 26%, sudut *blade* 20° memperoleh nilai 25 %, sudut *blade* 40° memperoleh 24 %. Dari hasil efisiensi turbin angin tersebut cukup kecil untuk bisa menyuplai listrik untuk pembekuan, sehingga perlu di *back up* dengan energi listrik dari PLN.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin maju mendorong manusia untuk selalu mempelajari ilmu pengetahuan dan terus melakukan inovasi agar mendapatkan hasil yang diinginkan dalam segala hal, seperti perkembangan dan penerapan sistem kompresi uap pada sebuah ruang pendingin mengalami peningkatan yang sangat pesat, salah satunya yaitu system pendinginan (refrigerasi) pada buah-buahan. Refrigerasi adalah proses penurunan temperatur dan menjaga agar temperatur ruang atau material tetap di bawah temperatur lingkungannya [2]. Dibandingkan dengan proses pemanasan, teknologi pendinginan beku memerlukan waktu relatif lebih singkat. Dengan titik didih suhu $-19,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, nitrogen cair mempunyai kemampuan membekukan bahan organik relatif lebih efektif dibandingkan dengan pendingin berbahan amoniak maupun freon. Pada pembekuan cepat, sehingga jumlah inti kristal yang terbentuk banyak dan kecil [6]. Pada pembekuan pangan, kristal es yang semakin kecil agar dapat terdistribusikan lebih merata sangat diharapkan, sehingga tidak merubah struktur jaringan [3]. Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini ialah bahwa penggunaan metode pembekuan pada buah mangga dapat mempertahankan mutu dan memperpanjang masa simpan, sehingga periode distribusi dan pemasaran produk pangan dapat diperpanjang [1]. Penggunaan energi angin sebagai sumber tenaga listrik masih rendah. Hal ini karena kecepatan angin di Indonesia antara 2 sampai 6 m/s sehingga tidak mudah untuk menghasilkan energi listrik skala besar. Akan tetapi diketahui bahwa potensinya di Indonesia ada hampir sepanjang tahun [5]. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah pembekuan buah mangga ini bisa efisien menggunakan daya listrik dari energi angin. Sebagai kajian teoritis, kincir/turbin angin yang digunakan adalah jenis sumbu vertikal dengan 4 *blade* [4], yang porosnya terhubung dengan alternator searah (DC). Dari instalasi tersebut daya listrik yang dihasilkan akan diubah melalui inverter menjadi arus bolak-balik (AC) untuk suplai pada unit *freezing*. Sebagai alternatif solusi, pemanfaatan energi angin masih tetap di *backup* oleh baterai atau energi listrik dari PLN. Harapan dari penelitian ini menjadi *prototype* baru untuk pengembangan bidang refrigerasi dengan pemanfaatan energi alternatif yang mengambil potensi alam lokal.

2. METODE PENELITIAN

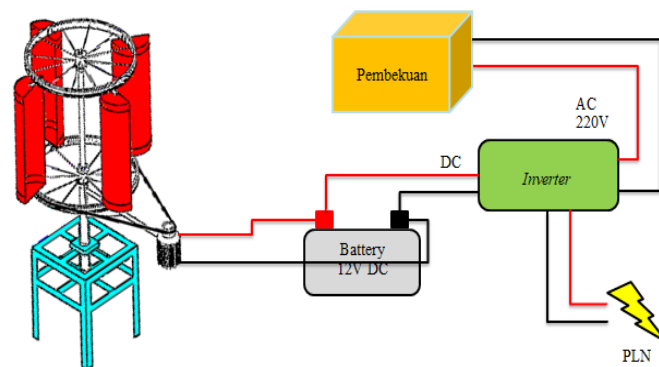
Dalam penelitian ini, metodologi pengujian alat secara sistematis dapat dijelaskan dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) penelitian di bawah ini.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tahapan awal sebelum dilakukan pengujian adalah dengan studi literatur sebagai dasar kajian teoritis yang relevan untuk mendukung analisis dari hasil pengujian. Kemudian mencari komponen-komponen yang dibutuhkan sesuai spesifikasi untuk kemudian dilakukan instalasi system sesuai skema rangkaian turbin angin dan pembekuan (*freezing*) unit (lihat Gambar 2). Untuk data spesifikasi yang dirancang adalah sebagai berikut :

1. Unit pembekuan (*freezing*) buah mangga kapasitas 5 kg, daya 360 watt (1/2 PK), refrijeran R404a
2. Alternator DC 14,5 V, 1000 rpm
3. Inverter 850 VA/12 V DC, tegangan 230V
4. Baterai 200 Ah, tegangan 13,38 V
5. Kincir angin dengan 4 *blade* tipe *vertical axis*

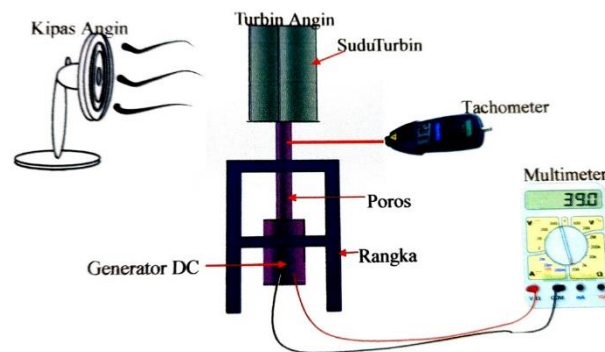


Gambar 2. Skema rangkaian turbin angin dan unit pembekuan (*freezing*)



Gambar 3. Sistem instalasi turbin angin untuk *freezer*

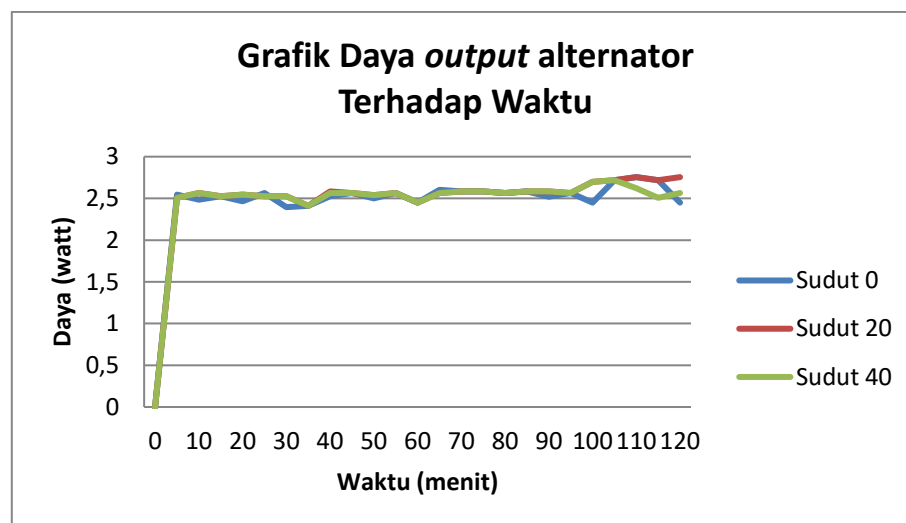
Setelah dirangkai komponen-komponen sesuai skema, kemudian dilakukan pengujian dan pengambilan data dengan terlebih dahulu pemasangan alat ukur pada titik-titik pengukuran terutama pada system turbin angin (lihat Gambar 4). Variabel pengukuran yang diperlukan antara lain kecepatan angin, putaran turbin, tegangan dan arus listrik. Termasuk pengukuran pada unit *freezing* seperti pengukuran temperatur refrijeran, dan tekanan refrijeran. Untuk pengujian ini dilakukan di halaman depan laboratorium Teknik Pendinginan dan Tata Udara Politeknik Negeri Indramayu (Polindra), data yang diambil adalah setiap 5 menit sekali selama 2 jam untuk 1 variasi sudut kemiringan *blade*. Dimana pengambilan data dilakukan pada 3 variasi sudut kemiringan *blade* (0° ; 20° , 40°). Dari data yang diperoleh dapat diketahui hasil pengujian tersebut kemudian diolah dengan melakukan analisis data, baik dengan perhitungan, maupun dengan grafik untuk diketahui perbandingan kinerja pada tiap-tiap variasi kemiringan sudut *blade* turbin angin. Pada perhitungan kinerja unit *freezing*, dibantu dengan diagram p-h untuk dicari nilai entalpi yang nantinya dapat memperhitungkan nilai COP dan Efisiensi pembekuan. Untuk efisiensi pembekuan diperoleh dari perbandingan antara COP_{actual} dengan COP_{carnot} pada temperatur kerja yang sama. COP merupakan perbandingan antara besarnya kalor dari lingkungan yang dapat diambil oleh evaporator dengan kerja kompresor [7].



Gambar 4. Pengambilan data pada sistem turbin angin

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengambilan data pada alat pembekuan buah mangga ini didapat grafik seperti terlihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Grafik hubungan daya output alternator terhadap waktu

Dari grafik tersebut didapatkan hasil daya *output* alternator pada variasi sudut kemiringan *blade* 0°; 20°; dan 40° perbedaannya tidak terlalu jauh dari data yang didapat, yaitu rata-rata nilainya 2,5 watt, sehingga sangat sulit untuk menyuplai energi listrik pada sistem pembekuan (*freezing*). Agar unit pembekuan dapat beroperasi, maka tetap di *support* dari energi listrik dari PLN, atau baterai yang sudah terisi.

Untuk perbandingan kinerja sistem dari tiap variasi sudut kemiringan *blade* kincir angin, dapat terlihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Perbandingan kinerja sistem turbin angin untuk pembekuan buah mangga

Variabel Perhitungan	Sudut Kemiringan <i>Blade</i> Turbin Angin		
	0°	20°	40°
Daya <i>Input</i> Turbin Angin (watt)	9,9	9,9	9,9
Daya <i>Output</i> DC (watt)	2,58	2,57	2,4

Daya <i>Output</i> AC (watt)	462	462	462
Efisiensi daya <i>Output</i> Turbin Angin (%)	26	25	24
Kerja kompresi (Kj/kg)	51	56	57
Efek Kondensasi (Kj/kg)	156	163	164
Efek evaporasi (Kj/kg)	105	107	107
COP _{actual}	2,0	1,9	1,87
COP _{carnot}	3,4	3,44	3,44
Efisiensi pembekuan (%)	58	55	54

Dari tabel di atas dapat diketahui efisiensi daya *output* turbin angin dari ketiga variasi cukup kecil, hal ini disebabkan daya *output* DC dari alternator cukup kecil, dengan nilai rata-rata berkisar 2,4 – 2,58 watt. Sedangkan untuk nilai efisiensi pembekuan (*freezing*) buah mangga yang merupakan perbandingan COP_{actual} dan COP_{carnot}, diperoleh nilai tertinggi pada variasi sudut kemiringan sudut *blade* sebesar 0° dengan nilai efisiensi 58%. Dari hasil efisiensi daya turbin angin yang kecil mempengaruhi efisiensi pembekuan yang juga kecil.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai efisiensi mesin pembekuan sudut *blade* 0° sebesar 58 %, sudut *blade* 20° sebesar 55 %, dan sudut *blade* 40° sebesar 54 %.
2. Nilai efisiensi daya turbin angin dari variasi kemiringan sudut *blade* 0° memperoleh nilai efisiensi 26 %, Sudut *blade* 20° memperoleh nilai efisiensi 25 %, sudut *blade* 40° memperoleh efisiensi 24 %.
3. Dari hasil pengambilan data dan perhitungan efisiensi turbin angin tersebut dinyatakan tidak bisa menyuplai listrik untuk pembekuan, sehingga tetap perlu menggunakan energi listrik dari PLN atau baterai.

4.2. Saran

Agar penelitian ini lebih baik lagi untuk kedepannya, maka disarankan beberapa saran yaitu :

1. Pada saat pengambilan data pastikan kembali alat ukur yang akan digunakan tidak error ataupun rusak.
2. Untuk pembuatan *blade* turbin angin disarankan menggunakan bahan/material yang lebih ringan seperti menggunakan seng dengan ukuran 0,3 mm supaya torsi kincir angin menjadi ringan.
3. Untuk pemodelan *blade* turbin angin diperlebar agar memaksimalkan penangkapan energi angin.
4. Untuk alternator DC dicoba yang memiliki spesifikasi torsinya di bawah 1000 rpm.

4.3. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Polindra yang dalam hal ini telah mendanai dan memfasilitasi kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat ini khususnya kepada Unit Penelitian Pengabdian Pada Masyarakat (P3M) sebagai unit koordinator untuk menangani semua kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat ini di lingkungan internal kampus. Kepada rekan-rekan dosen dan mahasiswa khususnya di Jurusan Teknik Pendingin dan Tata Udara dan juga rekan mitra dari dosen Teknik Mesin Universitas Indonesia yang telah banyak membantu mulai dari pembuatan alat sampai selesainya dalam penelitian ini.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Amiarsi and I. Mulyawanti, “Pengaruh Metode Pembekuan Terhadap Karakteristik Irisan Buah Mangga Beku Selama Penyimpanan,” *Jurnal Hortikultura*, vol. 23, no. 3, pp. 255–262, 2013.
- [2] R. J. Dossat, *Prinsiples of Refrigeration-Fifth Edition SI Version*. New Jersey: Ferris State University, 2001, pp. 101.
- [3] I. Mulyawanti, K. T. Dewandari, and Y. Yulianingsih, “Pengaruh Waktu Pembekuan Dan Penyimpanan Terhadap Karakteristik Irisan Buah Mangga Arumanis Beku,” *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, vol. 5, no. 1, pp. 51–58. 2008.
- [4] I. M. A. Sayoga, I. K. Wiratama, M. Mara, and A. D. Catur, “Pengaruh Variasi Jumlah Blade Terhadap Aerodinamik Performan pada Rancangan Kincir Angin 300 Watt,” *Dinamika Teknik Mesin*, vol 4, no. 2, pp. 103–109, 2014.
- [5] J. S. Setyono, F. H. Mardiansjah, and M. F. K. Astuti, “Potensi Pengembangan Energi Baru dan Energi Terbarukan Di Kota Semarang,” *Jurnal Riptek*, vol. 13, no. 02, pp. 177–186, 2019.
- [6] M. Madhina. “Teknik Pendinginan dan Pembekuan Bahan Pangan Untuk Mendapatkan Hasil Terbaik”. *AntaraNews.com*, 2021 Diakses tanggal 06/05/2022. (online) <https://sumbar.antaraneews.com/berita/435642/teknik-pendinginan-dan-pembekuan-bahan-pangan-untuk-mendapatkan-hasil-terbaik>
- [7] W. Wiharjo and A. Budihadi, “Analisa Efisiensi Daya Kompresor pada Mesin Trainer *Cold Storage*,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 08, no. 02, pp. 31–39, 2019.