

Perhitungan Efisiensi Pengeringan pada Mesin Pengering Gabah Tipe *Flat Bed Dryer* di CV. XYZ

Muhamad Fadhlan Suhelmi*, Ratna Dewi Anjani dan Najmudin Fauji

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang,
JL. H.S. Ronggowaluyo, Kec. Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat 41361, Indonesia

*E-mail: 1810631150009@student.unsika.ac.id

Diterima: 06-07-2021; Direvisi: 05-04-2022; Dipublikasi: 30-04-2022

Abstrak

Semakin meningkat populasi di Indonesia, maka akan semakin meningkat juga kebutuhan pangan, salah satunya yaitu beras. Untuk dapat membuat padi menjadi beras diperlukan proses yang panjang, salah satunya adalah proses pengeringan gabah. Di Indonesia, pengeringan gabah masih mengandalkan panas dari matahari, sehingga jika terjadi hujan, gabah tidak akan kering dengan sempurna. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung energi panas dan juga efisiensi pengeringan pada mesin pengering gabah tipe *flat bed dryer* dengan blower *axial fan*. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental yang dilakukan di CV. XYZ. Hasil analisis menunjukkan bahwa mengeringkan gabah seberat 20 ton dalam 20 jam membutuhkan energi sebesar $8,4 \times 10^6$ kJ untuk mengeringkan gabah dengan kadar air awal 28 % menjadi 14 %. Laju perpindahan panas dari blower ke gabah sebesar 9.806,91 W. Sedangkan energi yang disalurkan dari pemanas ke blower sebesar $3,8 \times 10^7$ kJ, sehingga efisiensi pengeringan gabah sebesar 22,03 %.

Kata kunci: energi panas; *flat bed dryer*; gabah; laju perpindahan panas; pengeringan

Abstract

As the population increases in Indonesia, the need for food will also increase, one of which is rice. To be able to make rice into rice requires a long process, one of which is the process of drying grain. In Indonesia, grain drying still relies on heat from the sun, so if it rains, the grain will not dry perfectly. This study aims to calculate the thermal energy and drying efficiency of a flat bed dryer with a blower axial fan. The method used is an experimental method carried out at CV. XYZ. The results of the analysis showed that drying 20 tons of grain in 20 hours required energy of $8,4 \times 10^6$ kJ to dry grain with an initial moisture content of 28% to 14%. The rate of heat transfer from the blower to the grain is 9.806,91 W. Meanwhile, the energy transferred from the heater to the blower is $3,8 \times 10^7$ kJ, so that the efficiency of grain drying is 22,03%.

Keywords: drying; flat bed dryer; grain; heat energy; heat transfer rate

1. Pendahuluan

Seiring dengan bertumbuhnya jumlah populasi masyarakat di Indonesia, tentunya kebutuhan pangan akan semakin meningkat pula, salah satunya yaitu beras. Hal ini dibuktikan dari jumlah produksi gabah pada tahun 2020 mencapai sebesar 54,65 juta ton gabah kering giling (GKG). Jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya yang sebesar 54,60 juta ton GKG, tahun 2020 mengalami peningkatan sebesar 0,08 % [1]. Saat panen tiba padi tidak bisa langsung dikonsumsi karena masih merupakan bahan setengah jadi, sehingga perlu dilakukan proses lebih lanjut untuk menghasilkan beras, salah satunya adalah proses pengeringan gabah yang bertujuan untuk menurunkan kadar air yang terkandung pada gabah [2].

Ada dua jenis metode yang digunakan untuk mengeringkan gabah, yaitu pengeringan alami dan pengeringan buatan. Pengeringan alami dilakukan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari langsung, sedangkan pengeringan buatan dilakukan dengan menggunakan panas dari hasil pembakaran [3].

Mesin pengering gabah memiliki berbagai jenis yang telah ada dipasaran antara lain adalah *flat bed dryer*, *screen conveyor*, *drum dryer*, *tray dryer* dan *tunnel dryer* [4]. Mesin pengering *flat bed dryer* menggunakan prinsip kerja *forced convection*, dimana aliran udara didorong secara paksa oleh blower, sehingga energi panas dapat sampai menuju gabah [5].

Bahan bakar yang digunakan pada mesin ini dapat berupa batubara, briket, kayu bakar, sekam dan juga LPG [6]. *Flat bed dryer* dapat dibedakan menjadi dua jenis jika dilihat dari blowernya, yaitu *axial fan* dan *centrifugal fan* [7].

Banyak yang telah melakukan penelitian terkait dengan mesin pengering tipe *flat bed dryer* atau bisa disebut juga *box dryer* diantaranya adalah [8] yang meneliti tentang pengaruh tebal tumpukan, lama pengeringan dan juga kecepatan udara pengering terhadap mutu benih padi. [9] meneliti tentang pengaruh kecepatan angin dan jumlah pipa pemanas terhadap laju pengeringan. [6] meneliti tentang pengaruh temperatur udara pipa terhadap konsumsi bahan bakar gas LPG pada proses kecepatan pengeringan padi.

Dengan demikian, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai energi panas yang dihasilkan dan efisiensi pengeringan dari mesin pengering gabah tipe *flat bed dryer* yang diproduksi oleh CV. XYZ, sehingga nantinya dapat melakukan inovasi dalam merancang produk mesin pengering gabah.

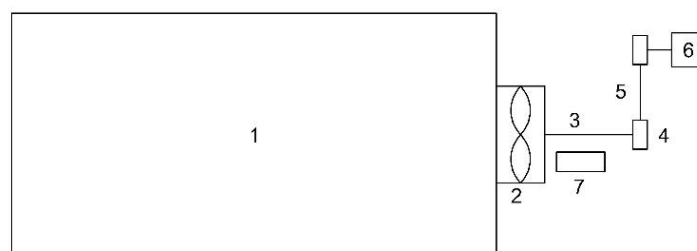
2. Material dan metodologi

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan di CV. XYZ dengan beralamatkan di Jalan Surotokunto KM 7,2 No.32, Warungbambu, Kec. Karawang Tim. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa cara, yaitu :

1. Observasi, yaitu melihat dan mengamati langsung kegiatan di lingkungan kerja tersebut. Agar dapat memahami permasalahan yang terjadi dilapangan.
2. Wawancara, yaitu untuk mendapatkan informasi antara topik yang diangkat dalam penelitian dengan objek yang dituju, maka perlu dilakukan wawancara dengan pihak-pihak terkait, antara lain: koordinator lapangan CV. XYZ mengenai data yang diperlukan untuk topik penelitian ini.
3. Pengukuran, yaitu untuk mengukur nilai - nilai yang dibutuhkan terkait mesin pengeringan gabah, seperti diameter blower, volume bak, waktu pengeringan, dsb.
4. Literatur, yaitu untuk mendukung data – data yang didapatkan dan juga mengumpulkan data dari berbagai sumber, baik dari buku, jurnal, atau internet.

Metode analisis data pada penelitian ini menggunakan analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Analisis kualitatif, yaitu menganalisis data dari hasil pengamatan, wawancara dan literatur mengenai mesin pengering gabah, sedangkan analisis kuantitatif, yaitu mengolah data secara matematis dimana data tersebut berupa angka yang telah diperoleh dari hasil pengukuran ataupun data sekunder.

Mesin pengering yang terdapat di CV. XYZ adalah jenis mesin pengering flat bed dryer tipe blower axial fan. Berikut ini adalah gambar atau lay out mesin pengering gabah yang dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan untuk kipas (blower) dapat dilihat pada Gambar 2 (a) serta tungku pemanas terlihat pada Gambar 2 (b).



Gambar 1. Lay out mesin pengering gabah

Seperti yang terlihat pada Gambar 1, bagian – bagian yang terdapat pada mesin pengering gabah antara lain adalah tempat menampung gabah dengan kapasitas 20 ton (1), kipas (*blower*) yang digunakan untuk mengalirkan udara panas menuju gabah (2), yang mana blade kipas tersebut digerakan oleh poros (3). Selain itu, ada juga *pulley* yang berfungsi untuk mentransmisikan daya menuju poros dan juga untuk memudahkan perputaran pada blade (4), *v-belt* berfungsi untuk mentransfer tenaga dari satu *pulley* ke *pulley* yang lainnya (5), motor listrik adalah pusat dari energi mekanik dimana energi listrik diubah menjadi energi mekanik (6) dan yang terakhir ada tungku pemanas yang merupakan sumber panas dengan menggunakan bahan bakar LPG (7).



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Kipas (*blower*) dan (b) Tungku pemanas

Untuk menganalisis energi panas yang ada pada mesin tersebut, maka harus mengetahui energi yang diperlukan untuk memanaskan gabah dan energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air yang terkandung dalam gabah. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut [10,11]:

$$q_{out} = q_{sb} + q_{lb} \quad (1)$$

Dimana, q_{out} adalah energi panas yang diperlukan untuk mengeringkan gabah (J), q_{sb} adalah energi untuk memanaskan gabah (J) dan q_{lb} adalah energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air dalam gabah (J). Energi yang digunakan untuk menguapkan air adalah energi untuk mengeringkan gabah hingga mencapai kadar air yang diinginkan. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut [5,10]:

$$q_{lb} = m_{ag} h_{fg} \quad (2)$$

$$m_{ag} = \frac{m_g(k_b - k_k)}{(1 - k_k)} \quad (3)$$

Dengan, m_{ag} adalah massa air yang diuapkan dalam gabah (kg), h_{fg} adalah panas laten penguapan air (J/kg), m_g adalah massa gabah yang dikeringkan (kg), k_b adalah kadar air awal (%) dan k_k adalah kadar air akhir (%). Sementara itu, energi untuk memanaskan gabah dapat menggunakan persamaan berikut ini [10]:

$$q_{sb} = m_g C_{pg} \Delta T \quad (4)$$

Dengan, C_{pg} sebagai kalor jenis gabah yang dikeringkan (J/kg.K) dan ΔT sebagai perbedaan temperatur bahan awal dan akhir (°C). Salah satu batasan yang harus diketahui dalam pengukuran proses pengeringan gabah, yaitu laju perpindahan panas dari blower menuju gabah. Hal ini bertujuan untuk mengetahui laju perpindahan panas maksimal yang diberikan udara pengering ke gabah [10].

Laju perpindahan panas ini dihitung dengan pendekatan kasus aliran udara menuju gabah merupakan *internal flow*, temperatur pada permukaan gabah dianggap konstan di setiap titiknya, proses perpindahan panas terjadi dalam kondisi *steady state* [10]. Untuk kasus tersebut dapat menggunakan persamaan berikut [12]:

$$q_{ub} = h A_p (T_u - T_b) \quad (5)$$

Dimana, q_{ub} adalah laju perpindahan panas dari udara pengering ke gabah (W), A_p adalah luas penampang bak penampung (m^2), h sebagai koefisien konveksi ($W/m^2 K$), T_u sebagai temperatur udara pengering ($^{\circ}C$) dan T_b sebagai temperatur gabah ($^{\circ}C$). Laju perpindahan panas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dari bilangan nusselt berikut [12]:

$$Nu_D = 0,023 Re_D^{4/5} Pr^{0,4} \quad (6)$$

Dimana, Re_D adalah bilangan reynolds udara pengering dan Pr adalah bilangan Prandtl udara pengering. Udara yang terjadi pada proses pemanasan bersifat konveksi, maka energi yang dapat disalurkan oleh tungku pemanas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [10]:

$$q_{in} = \dot{m}_u C_{pu} (T_{in} - T_{out}) (3600) t \quad (7)$$

$$q_{in} = \rho_p A_t V_f C_{pu} (T_{in} - T_{out}) (3600) t \quad (8)$$

Dengan, q_{in} sebagai energi pemanas (J), \dot{m}_u sebagai laju alir massa udara (kg/s), C_{pu} sebagai panas jenis udara (J/kg K), T_{in} sebagai temperatur udara saat masuk pemanas ($^{\circ}C$), T_{out} sebagai temperatur udara saat keluar pemanas ($^{\circ}C$), ρ_p sebagai massa jenis udara pemanas (kg/m^3), A_t sebagai luas penampang tungku pemanas (m^2), V_f sebagai kecepatan fluida (m/s) dan t sebagai waktu pengeringan (Jam).

Sedangkan untuk menentukan kecepatan fluida dapat menggunakan pendekatan dengan rumus daya, secara matematis dapat ditulis sebagai berikut [13]:

$$P = \frac{1}{2} \rho_u A_b V_f^3 \quad (9)$$

Dimana, P adalah daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan blower, ρ_u adalah massa jenis udara pada blower dan A_b adalah luas penampang blower. Efisiensi pengeringan dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara energi yang dikeluarkan untuk memanaskan gabah dengan energi dari alat pengering. Secara matematis dapat dijabarkan sebagai berikut [14,15]:

$$\eta = \frac{q_{out}}{q_{in}} \times 100 \% \quad (10)$$

3. Hasil dan pembahasan

Data berikut adalah data yang didapat dari pengukuran secara langsung dan juga wawancara dengan pihak CV. XYZ dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data parameter awal

Data	Hasil
Kadar air gabah awal (k_b)	28 %
Kadar air gabah akhir (k_k)	14 %
Temperatur udara blower (T_u)	70 $^{\circ}C$
Temperatur gabah awal (T_1)	26 $^{\circ}C$
Temperatur gabah akhir (T_2)	40 $^{\circ}C$
Temperatur lingkungan (T_L)	30 $^{\circ}C$
Temperatur tungku pemanas (T_t)	300 $^{\circ}C$
Massa gabah yang dikeringkan (m_g)	20 ton atau 20.000 kg
Waktu pengeringan	20 jam
Diameter blower (D_b)	1 m
Diameter tungku pemanas (D_p)	30 cm

Data	Hasil
Tinggi dari tanah ke gabah	0,6 m
Volume bak penampung	5 x 12 x 1 m
Power dari motor (P)	40 HP atau 29828 Watt

Sedangkan untuk data sekunder yang didapat dari hasil literatur baik itu buku maupun jurnal dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Data sekunder [9, 12]

Data	Hasil
Panas jenis gabah (C_{pg})	1.850 J/kg K
Massa jenis udara (ρ_u)	1,0344 kg/m ³
Panas laten penguapan air (h_{fg})	2.423,24 kJ/kg
Viskositas kinematik udara pengering (ν)	18,37 x 10 ⁻⁶ m ² /s
Bilangan Prandtl udara pengering (Pr)	0,703549
Konduktivitas panas udara pengering (K_f)	0,0281 W/m K
Massa jenis udara pemanas (ρ_p)	0,7613 kg/m ³
Panas jenis udara pemanas (C_{pu})	1,0224 kJ/kg K

Panas laten penguapan didapat dari suhu rata – rata gabah yaitu 33 °C. Sedangkan viskositas kinematik udara pengering, bilangan prandtl udara pengering dan konduktivitas panas udara pengering didapatkan dari temperatur rata – rata antara udara *blower* dan gabah yaitu 51,5 °C yang nantinya digunakan untuk menghitung laju perpindahan panas dari blower menuju gabah. Massa jenis udara pemanas dan panas jenis udara pemanas didapatkan dari temperatur rata – rata antara temperatur tungku pemanas dengan temperatur udara *blower* yaitu sebesar 185 °C. Proses untuk mengeringkan 20 ton gabah selama 20 jam membutuhkan energi panas sebesar 8,4 x 10⁶ kJ dengan energi untuk memanaskan gabah sebesar 5,18 x 10⁵ kJ dari suhu awal gabah 26 °C ke 40 °C dan energi untuk menguapkan air yang terdapat pada gabah sebesar 7,889 x 10⁶ kJ. Hal ini dilakukan untuk menurunkan kadar air dalam gabah dari 28 % hingga mencapai 14 %.

Dari penjelasan tersebut maka dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan suhu antara udara pengering dengan gabah. Fenomena tersebut merupakan laju perpindahan panas, dimana panas mengalir dari temperatur tinggi ke temperatur rendah. Laju perpindahan panas ini mengalir dari 70 °C menuju 33 °C dengan menggunakan pendekatan *forced convection* didapatkan sebesar 9.806,91 W. Pada saat proses pengeringan berlangsung, panas yang dihasilkan berasal dari tungku pemanas dengan bahan bakar LPG. Tungku pemanas menghasilkan energi sebesar 3,8 x 10⁷ kJ dari 300 °C menuju 70 °C. Dengan demikian efisiensi pengeringan didapat sebesar 22,03 %.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian mesin pengering gabah tipe flat bed dryer dengan blower axial fan dapat diambil kesimpulan bahwa mekanisme laju perpindahan panas dalam proses pengeringan gabah terjadi peristiwa perpindahan panas secara konveksi paksa (*forced convection*) dari udara pengering menuju gabah. Laju perpindahan panas yang terjadi pada proses pengeringan memiliki nilai sebesar 9.806,91 W. Sedangkan untuk mengeringkan 20 ton gabah dengan kadar awal gabah 28 % menjadi 14 % diperlukan energi sebesar 8,4 x 10⁶ kJ dan energi yang disalurkan dari pemanas sebesar 3,8 x 10⁷ kJ. Sehingga efisiensi yang dihasilkan untuk mengeringkan gabah sebesar 22,03 %, hal ini terjadi karena kehilangan energi

panas atau kalor yang cukup besar antara tungku pemanas dengan blower dan dari blower menuju gabah. Untuk memaksimalkan kinerja mesin pengering gabah maka perlu dipasang cover dan ditambahkan isolator.

Daftar Pustaka

- [1] Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Menggembirakan, Produksi Padi 2020 dan Potensi Januari-April 2021 Naik Dibandingkan Tahun Lalu [Internet]. Kementerian Pertanian RI. 2020 [cited 2021 Jun 4]. Available from: <https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=4716>.
- [2] Swastika DKS. Teknologi Panen dan Pascapanen Padi: Kendala Adopsi dan Kebijakan Strategi Pengembangan. Anal Kebijak Pertan. 2012; 10(4): p. 331–46.
- [3] Rahayu S. Teknik Pengeringan [Internet]. 2017 [cited 2021 Jun 14]. Available from: <https://teknik-pengeringan.tp.ugm.ac.id/2017/10/28/teknik-pengeringan/>
- [4] Nusyirwan. Kajian Pengering Gabah Dengan Wadah Pengering Berbentuk Silinder dan Mekanisme Pengaduk Putar. J Ilm Tek Mesin Cylind. 2014; 1(2): p. 45–52.
- [5] Catrawedarma I, Halil. Pengujian Termal Pengering Gabah Unfixed Flat Bed. J Elem. 2018; 5(2): p. 35–40.
- [6] Manurung SMO. Pengaruh Temperatur Udara Pipa Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Gas LPG pada Proses Kecepatan Pengeringan Padi. Universitas Medan Area; 2019.
- [7] Rachman FA. Analisa Pengaruh Diameter Impeller Pada Unjuk Kerja Blower Sentrifugal. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara; 2019.
- [8] A. A. Pengaruh Tebal Tumpukan Terhadap Mutu Benih Padi (*Oryza sativa*) Hasil Pengeringan dengan Box Dryer. Universitas Hasanuddin; 2012.
- [9] Kana MR, Jafri M, Taringan BV, Maliwemu EUK. Pengaruh Kecepatan Angin Blower dan Jumlah Pipa Pemanas terhadap Laju Pengeringan pada Alat Pengering Padi Tipe Bed Dryer Berbahan Bakar Sekam Padi. LJTMU. 2016; 3(2): p. 31–6.
- [10] Putra SA, Novrinaldi. Analisis Energi Panas Pada Alat Pengeringan Gabah Tipe Swirling Fluidized Bed. Teknik. 2019; 40(2): p. 84–90.
- [11] Tani K, Mekar W, Tegal D, Teknik D, Teknologi F, Pertanian I, et al. Kajian Kebutuhan Energi Spesifik Dan Kapasitas Kerja Mesin Pengering Gabah Berbahan Bakar Kayu (Studi Kasus Di Karawang Timur , Kabupaten Karawang , Provinsi Jawa Barat). J Tek Pertan Lampung. 2021; 10(1): p. 16–25.
- [12] Bergman TL, Lavine AS, Incropera FP, Dewitt DP. Introduction to Heat Transfer. 6th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc; 2002. 960 p.
- [13] Aryanto F, Mara IM, Nuarsa M. Pengaruh Kecepatan Angin dan Variasi Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal. Din Tek Mesin. 2013; 3(1): p. 50–9.
- [14] Syarifuddin MA, Firman LOM. Kajian Eksperimental Penggunaan Ruang Pengering Silinder Vertikal dan Horizontal Mesin Pengering Gabah Tipe Fluidized Bed. J Media Tek dan Sist Ind. 2018; 2(1): p. 53–62.
- [15] Sari LJ. Uji Performansi Alat Pengering Gabah Tipe Dmp-1 dengan Penambahan Batu Alor Hitam pada Ruang Kolektor dan Ruang Pengering Sebagai Penyimpan Panas. J Keteknikan Pertan Trop dan Biosist. 2019; 5(3): p. 84–91.
- [16] Nainggolan SRM, Tamrin, Warji, Lanya B. Uji Kinerja Alat Pengering Tipe Batch Skala Lab untuk Pengering Gabah dengan Menggunakan Bahan Bakar Sekam Padi. J Tek Pertan Lampung. 2013; 2(3): p. 161–72.