
Analisa Proses Perpindahan Panas Konveksi Pada Mesin Pengereng Rempah-Rempah Otomatis

Handini Novita Sari^{1*}, Ika Nurjannah², Muhammad Fikri Haikal Ramadhani³, I Made Arsana⁴, Heru Arizal⁵, Ali Hasbi Ramadhani⁶

^{1,2,3,4,5,6} Kampus Ketintang, Jalan Ketintang, Kec. Gayungan, Surabaya 60231

Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya, Surabaya

e-mail: *¹ handinisari@unesa.ac.id, ² Ikajannah@unesa.ac.id,

³Muhhammadfikri.20063@mhs.unesa.ac.id, ⁴madearsana@unesa.ac.id, ⁵ heruarizal@unesa.ac.id,

⁶ aliramadhani@unesa.ac.id

Abstrak

Saat ini penggunaan teknologi pada Industri makanan dan minuman telah berkembang begitu pesat. Inovasi mesin-mesin produksi mulai bermunculan dengan tujuan agar proses produksi lebih efektif dan efisien. Bahan dari mesin produksi berbasis foodgrade menjadi suatu hal penting jika dikaitkan dengan proses produksi makanan dan minuman, salah satunya adalah stainless steel selain telah memenuhi standart foodgrade, stailless steel juga merupakan bahan dengan penghantar kalor yang baik. Fokus pada penelitian ini adalah menganalisa perpindahan panas konveksi pada mesin pengereng rempah-rempah otomatis, mesin ini digunakan dalam proses produksi jamu. Uji coba mesin pengereng otomatis menggunakan beban yang berupa rempah- rempah seberat 10 kg. Pengambilan data pada proses uji coba dilakukan selama 2 jam. Dimulai saat pertama kali mesin dinyalakan dan kontrol suhu diaktifkan dengan batasan suhu maksimal 70°C. Berdasarkan hasil eksperimen diperoleh bahwa energi yang dibutuhkan mesin agar bisa mencapai suhu 68°C adalah 2.428,2 KJ.

Kata kunci— perpindahan panas, konveksi, mesin pengereng rempah otomatis, nilai kalor

Abstract

The use of technology in the food and beverage industry is rapidly increasing. Production machine innovations began to appear with the goal of making the production process more effective and efficient. When it comes to the food and beverage production process, materials from food-grade production machines are important, one of which is stainless steel. Apart from meeting food-grade standards, stainless steel is also a material with good heat transfer. The purpose of this study is to investigate convection heat transfer in an automatic spice drying machine, which is used in the production of herbal medicines. The automatic drying machine was tested with a load of 10 kg of spices. The trial process included two hours of data collection. It begins when the engine is started for the first time and the temperature control is activated, with a maximum temperature limit of 70°C. According to the experimental results, the energy required for the engine to reach a temperature of 68°C is 2,428.2 KJ.

Keywords— heat transfer, convection, automatic spice drying machine, calorific value

1. PENDAHULUAN

Perpindahan panas merupakan salah satu bagian yang penting dalam permasalahan kalor atau panas. Perpindahan panas dapat terjadi pada benda satu ke benda lain yang bersentuhan ataupun tidak dengan syarat kedua benda tersebut memiliki temperatur yang berbeda, jika tidak ada perbedaan temperatur maka panas tidak akan berpindah. Perpindahan panas dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu konduksi, konveksi dan radiasi. Peristiwa konduksi, konveksi dan radiasi selalu terjadi di alam dalam berbagai cara yang berbeda-beda. Meskipun terkadang terjadi dalam bentuk yang tidak terlihat tetapi bisa dirasakan oleh panca indera manusia.

Perpindahan kalor (*heat transfer*) adalah ilmu untuk meramalkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. Pada termodinamika telah kita ketahui bahwa energi yang pindah itu dinamakan kalor (*heat*). Kenyataan di sini yang menjadi sasaran analisis ialah masalah laju perpindahan, inilah yang membedakan ilmu perpindahan kalor dari ilmu termodinamika [1]. Panas atau kalor akan bergerak dari temperatur tinggi ke temperatur yang lebih rendah. Ketika panas atau kalor bergerak maka akan terjadi pertukaran panas dan kemudian akan berhenti ketika kedua tempat tersebut sudah memiliki temperatur yang sama [2].

Salah satu persoalan yang melibatkan perpindahan panas adalah proses perubahan suhu ruangan. Proses pemanasan dan pendinginan makanan adalah kegiatan yang sering dilakukan pada proses produksi. Di lingkungan UMKM sering dijumpai proses pengeringan makanan dengan cara manual dengan memanfaatkan sinar matahari salah satu contohnya adalah pada industri pembuatan jamu. Namun masalah yang timbul pada proses pengeringan bahan baku jamu ini adalah pada saat musim hujan dengan nimimnya sinar matahari, hal tersebut menyebabkan hasil pengeringan bahan baku jamu menjadi kurang maksimal dan membutuhkan waktu yang lebih panjang. Sehingga untuk mengatasi persoalan Maka di buatlah mesin pengering rempah otomatis agar para pelaku produksi jamu bisa terus beroperasi dengan lancar tanpa terkendala cuaca. Prinsip kerja mesin pengering ini adalah untuk mengurangi kadar air dalam bahan baku [3], dimana perpindahan panas konveksi yang terjadi pada pengering ada pada fluida kerja yang digunakan [4].

Dari permasalahan yang muncul dilakukan sebuah uji coba untuk memperoleh hasil yang berupa data-data cara kerja mesin pengering dan proses perpindahan panas konveksi pada mesin yang dihitung dalam rumus matematika. Proses perpindahan panas konveksi sendiri terjadi pada suatu benda yang terinduksi dengan panas, kemudian terkena pengaruh dari fluida yang bergerak [5]. Tujuan dari pelaksanaan penelitian adalah untuk mengetahui proses perpindahan panas yang terjadi pada mesin saat mesin beroperasi, membandingkan hasil produk jika dilakukan pengeringan secara manual dengan sinar matahari, dan sebagai bahan evaluasi pembuat apabila ada yang perlu disempurnakan atau diperbaiki.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan pembuatan mesin pengering rempah otomatis terlebih dahulu, kemudian dilakukan uji eksperimental pada mesin pengering menggunakan beban yang berupa rempah-rempah dengan berat 10kg. Pengambilan data dimulai pada saat mesin dinyalakan sampai mesin mati. Untuk pengukuran suhu pada mesin dipasangkan sebuah thermometer digital sebagai sumber data yang di gunakan untuk menghitung laju perpindahan panas saat mesin beroperasi.

Mesin pengering otomatis ini dibuat dengan mempertimbangkan beberapa faktor. salah satu faktor yang sangat penting adalah sumber energi, sumber energi mesin ini berasal dari api

yang yang dihasilkan oleh gas LPG. Sumber api keluar di bawah mesin yang sudah dirancang saat proses desain. Berikut adalah spesifikasi desain mesin pengering rempah otomatis.



Gambar 2. Mesin Pengering

Tabel 1. Spesifikasi dimensi mesin pengering rempah otomatis

Keterangan	Dimensi (cm)
Tinggi	160
Lebar	60
Panjang	60
Ukuran rak penampang	50x50
Tinggi ruang dalam	160

Mesin memiliki 10 penampang rak yang terbuat dari jaring-jaring kawat yang berfungsi untuk wadah makanan yang dikeringkan. Perubahan Suhu pada mesin sangat bergantung pada nyala api sehingga nyala api dapat di kontrol menggunakan regulator khusus. perpindahan panas api ke seluruh bagian dalam mesin termasuk perpindahan panas konveksi yang mana perpindahan tersebut disertai zat perantara yang berupa uap udara.

Bahan baku pembuatan berupa stainless yang mudah menghantarkan panas sangat mendukung proses kerja mesin. Di bagian dalam ruang mesin juga dilapisi alumunium foil dan peredam yang berguna agar suhu didalam tetap terjaga, panas didalam ruang mesin juga teredam sehingga bagian luar mesin tidak panas.

Pada mesin ini terdapat kontroler yang dapat mengatur batas maksimal suhu yang diinginkan. Dan juga dipasang sebuah timer untuk mengatur lama proses pengeringan yang diinginkan. Di bagian atas mesin terdapat sensor suhu dan kipas yang langsung terhubung dengan kontroler. seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3. Sensor suhu dan kontroler mesin

Data yang diperoleh dari uji eksperimental kemudian dikumpulkan dan dilakukan perhitungan sederhana dengan rumus matematika. dengan rumus perpindahan panas konveksi sebagai berikut:

$$Q = h \times A \times (T_s - T_\infty) \quad (1)$$

Keterangan:

Q : Kalor yang dihantarkan (J/s)

h : konstanta ($7,1 \text{ J/s m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$)

A : Luas penampang (m^2)

T_s : Suhu permukaan ($^\circ\text{C}$)

T_∞ : Suhu fluida ($^\circ\text{C}$)

Untuk mengetahui jumlah kalor yang dipindahkan selama satu jam kita dapat menghitungnya dengan rumus:

$$W = Q \times t \quad (2)$$

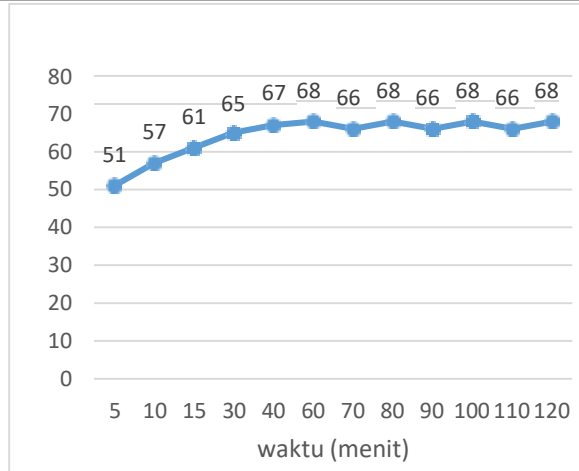
Keterangan:

Q: Kalor yang dihantarkan (J/s)

t : waktu (s)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Uji eksperimental mesin pengering rempah otomatis dengan menggunakan beban yang berupa rempah- rempah yaitu masing-masing 5kg jahe dan kunyit yang sudah dipotong- potong. Pengambilan data pada proses uji coba dilakukan selama 2 jam. Dimulai saat pertama kali mesin dinyalakan dan kontrol suhu diaktifkan dengan batasan suhu maksimal 70°C . Berikut adalah tabel perubahan suhu pada mesin pengering yang diambil dalam proses uji coba.

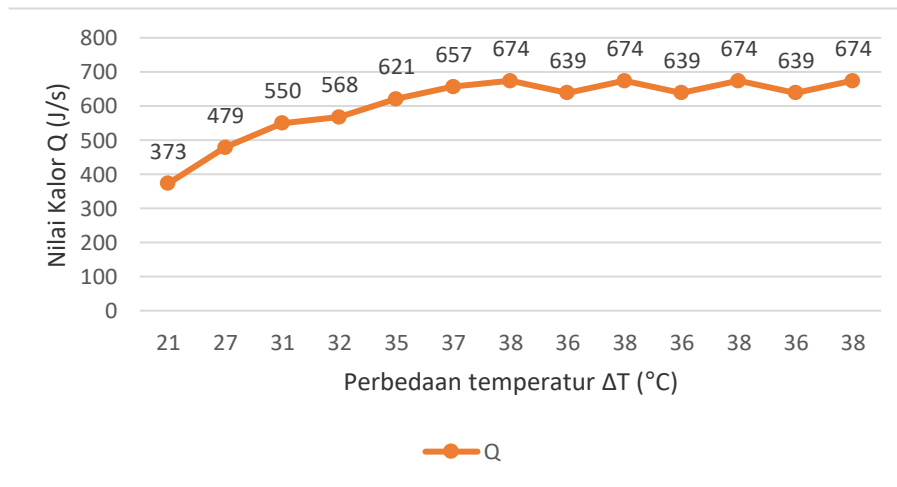


Gambar 4. Grafik Perubahan Suhu

Grafik pada gambar 4 menunjukkan bahwa suhu meningkat dari suhu ruangan 30°C sampai suhu maksimal 68°C pada satu jam pertama saat mesin dinyalakan, dan relatif konstan seterusnya sampai batas waktu maksimal yang telah ditentukan yaitu 2 jam. Setelah 2 jam api yang menjadi sumber panas akan mati dan suhu akan kembali normal mengikuti suhu ruangan. Dari data berikut dapat dihitung jumlah kalor yang dihantarkan berikut:

Tabel 2. Perhitungan perpindahan panas konveksi

No	ΔT	A	h	Q
1	21°C	2,5m ²	7,1 J/sm ² K	372,75 J/s
2	27°C	2,5m ²	7,1 J/sm ² K	479,25 J/s
3	31°C	2,5m ²	7,1 J/sm ² K	550,25 J/s
4	32°C	2,5m ²	7,1 J/sm ² K	568 J/s
5	35°C	2,5m ²	7,1 J/sm ² K	621,25 J/s
6	37°C	2,5m ²	7,1 J/sm ² K	656,75 J/s
7	38°C	2,5m ²	7,1 J/sm ² K	674,5 J/s
8	36°C	2,5m ²	7,1 J/sm ² K	639 J/s
9	38°C	2,5m ²	7,1 J/sm ² K	674,5 J/s
10	36°C	2,5m ²	7,1 J/sm ² K	639 J/s
11	38°C	2,5m ²	7,1 J/sm ² K	674,5 J/s
12	36°C	2,5m ²	7,1 J/sm ² K	639 J/s
13	38°C	2,5m ²	7,1 J/sm ² K	674,5 J/s



Gambar 5. Grafik nilai kalor konveksi terhadap temperatur

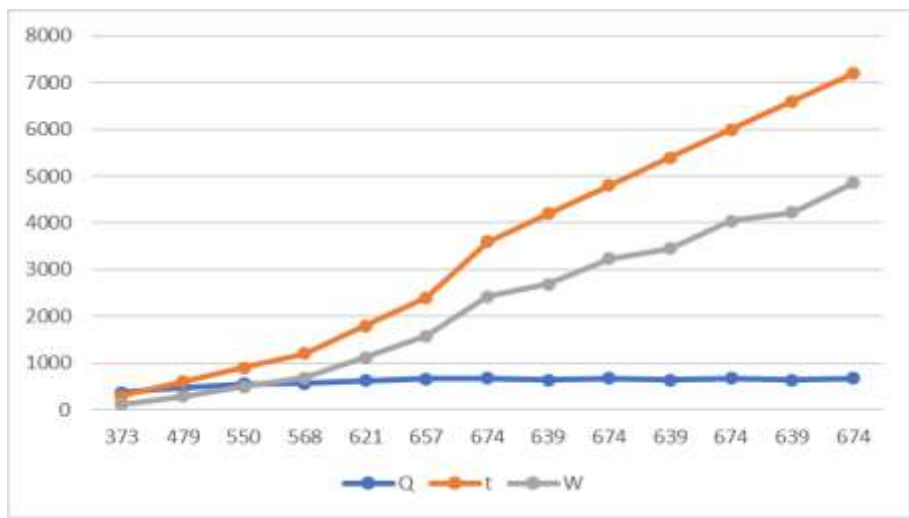
Dari grafik yang ditunjukkan pada gambar 5. Dapat dilihat bahwasannya nilai kalor akan meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur, mesin sudah mencapai temperatur tertinggi yaitu pada temperatur 68 $^{\circ}\text{C}$ dengan nilai kalor mencapai 674 J/s, dan pada saat mesin sudah mencapai temperatur tertinggi yaitu pada temperatur 68 $^{\circ}\text{C}$ disitu mulai terjadi fluktuasi temperatur yang juga secara otomatis berimbas apada nilai kalor yang dicapai hingga pada akhir eksperimen telah mencapai temperatur yang diinginkan. Hal ini sesuai dengan pendapat (Anton, 2011) yang menyatakan bahwa perbedaan suhu antara media pemanas dan bahan yang makin besar menyebabkan makin cepatnya perpindahan panas ke dalam bahan dan makin cepat pula perpindahan uap air dari bahan ke lingkungan [6]. Dan pendapat (Abdul, 2012) yang menyatakan bahwa semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan makin cepat pemindahan panas ke dalam bahan dan makin cepat pula penghilangan air dari bahan [7]. Pengeringan sendiri adalah suatu proses pembuangan air yang terkandung pada suatu material yang dikeringkan [8].

Tabel 3. Jumlah usaha yang dilakukan untukmelakukan perpindahan panas

No.	Q	t	W
1	372,75 J/s	300s	111,825 KJ
2	479,25 J/s	600s	287,55 KJ
3	550,25 J/s	900s	495,225 KJ
4	568 J/s	1200s	681,6 KJ
5	621,25 J/s	1800s	1.118,25 KJ
6	656,75 J/s	2400s	1.576,2 KJ
7	674,5 J/s	3600s	2.428,2 KJ
8	639 J/s	4200s	2.683,8 KJ
9	674,5 J/s	4800s	3.237,8 KJ
10	639 J/s	5400s	3.450,6 KJ
11	674,5 J/s	6000s	4.047,0 KJ
12	639 J/s	6600s	4.217,4 KJ
13	674,5 J/s	7200s	

Tabel 3. Jumlah usaha yang dilakukan untuk melakukan perpindahan panas

No.	Q	t	W
1	372,75 J/s	300s	111,825 KJ
2	479,25 J/s	600s	287,55 KJ
3	550,25 J/s	900s	495,225 KJ
4	568 J/s	1200s	681,6 KJ
5	621,25 J/s	1800s	1.118,25 KJ
6	656,75 J/s	2400s	1.576,2 KJ
7	674,5 J/s	3600s	2.428,2 KJ
8	639 J/s	4200s	2.683,8 KJ
9	674,5 J/s	4800s	3.237,8 KJ
10	639 J/s	5400s	3.450,6 KJ
11	674,5 J/s	6000s	4.047,0 KJ
12	639 J/s	6600s	4.217,4 KJ
13	674,5 J/s	7200s	4.856,4 KJ



Gambar 6. Energi yang dihasilkan terhadap nilai kalor dan waktu

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui energi yang dibutuhkan mesin agar bisa mencapai suhu 68°C adalah 2.428,2 KJ. Jumlah kalor yang dibutuhkan dalam mesin berbanding lurus dengan waktu dan luas ruangan mesin, Data-data tersebut bisa di jadikan acuan dalam proses produksi mesin dan pengembangan mesin agar hasilnya lebih efisien.

4. KESIMPULAN

Penggunaan kontroler pada mesin bertujuan agar penggunaan mudah saat mengaplikasikannya. Proses perpindahan panas pada mesin pengering otomatis ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, diameter ruang mesin dan beban yang di ujikan .dari uji coba diatas menunjukkan bahwa mesin ini mempunyai kelebihan yaitu bisa meningkatkan suhu yang cukup cepat dari 30°C ke

68°C dengan waktu satu jam dan menjaga kesetabilan suhu pada kisaran 66°C sampai 68°C selama dua jam selanjutnya. Mesin membutuhkan energi 2.428,2 KJ dalam perubahan suhu satu jam tersebut. Hasil ini sesuai dengan yang diharapkan yaitu mempersingkat waktu pengeringan rempah-rempah yang jika dipanaskan secara manual akan membutuhkan waktu satu hari saat sinar matahari terik dan jika pada musim hujan bisa berhari-hari. Manfaat yang lain adalah menjaga agar makanan bisa terjaga dengan higienis jika dilakukan proses pengeringan tertutup.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Holman J. P., 1997, Perpindahan Kalor, Jakarta.
- [2] Incropera. F. P, 1996, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Jhon Wiley and Sons, New York.
- [3] Sumarni, 2010. Metode Pengeringan Makanan dan Fungsinya, (online), (<http://eprints.undip.ac.id>)
- [4] Fadly Rian Arikundo dan Mulfi Hazwi, 2014. Rancang Bangun Prototype Kolektor Surya Tipe Plat Datar Untuk Penghasil Panas Pada Pengering Produk Pertanian Dan Perkebunan, Jurnal e-Dinamis, (on line), vol. 8, Nomor. 4.
- [5] Rijalulakbar, D, Arrad,G.S, Lohdy Diana. 2018. Studi Eksperimen Perpindahan Panas Konveksi Paksa Eksternal Pada Plat Datar, *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2018* Yogyakarta, 15 September 2018 A-409-415. ISSN: 1979-911X.
- [6] Abdul Rizal M, 2012. Pengeringan Temulawak dengan Heat Pump Drying Sederhana, (online), <http://lib.ui.ac.id>.
- [7] Anton Irawan, 2011. Modul Laboratorium Pengeringan. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, (on line), <http://che.ft-untirta.ac.id>.
- [8] I Gusti Agung Kade Suriadi dan Made Ricki Murti, 2011. Kesetimbangan Energi Termal Dan Efisiensi Transient Pengering Aliran Alami Memanfaatkan Kombinasi Dua Energi, Jurnal Teknik Industri, (on line), vol. 12, nomor. 1, <http://citation.itb.ac.id>.
- [9] Walujodjati, "Perpindahan Panas Konveksi Paksa," J. Ilm. MOMENTUM, vol. 2, no. 2, pp. 21– 24, 2006.
- [10] M. Wirawan and R. Sutanto, "Analisa Laju Perpindahan Panas Pada Kolektor Surya Tipe Pelat Datar Dengan Absorber Pasir," Din. Tek. Mesin, vol. 1, no. 2, 2011, doi: 10.29303/d.v1i2.115.
- [11] Hendri, Suhengki, and A. F. Lubis, "Pengaruh Fouling Terhadap Laju Perpindahan Panas," J. Power Plat, vol. 6, no. 1, pp. 48–57, 2018.
- [12] Kreith, F., 1997, Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas, Erlangga, Surabaya
- [13] Arsana, M., Fathurrahman Malik, W. P., Alway, A., & Ma'sum, Z. (2013). Analisis Perpindahan Panas dengan Konveksi Bebas Dan Radiasi pada Penukar Panas Jenis Pipa dan Kawat. Jurnal Teknik Kimia, 7(1), 1-7.
- [14] Umurani, K., Nasution, A. R., & Irwansyah, D. (2021). Perpindahan Panas Dan Penurunan Tekanan Pada Saluran Segiempat Dengan Rusuk V 90 Derajat. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 4(1), 37-46.
- [15] Santoso, D. A. (2017). Analisis Koefisien Perpindahan Panas Konveksi dan Distribusi Temperatur Aliran Fluida pada Heat Exchanger Counterflow Menggunakan Solidworks. Jurnal Ilmiah KOMPUTASI, 16(2), 161-166.