

KAJIAN KONSEP TERMODINAMIKA PADA HAIR DRYER SEDERHANA

Nur Hanifah^{1,*}, Monayeno Purba¹, dan Nurmasyitah¹

¹Program studi Pendidikan Fisika Universitas Samudra

*Email: nhanifah497@gmail.com

Abstrak

Hair dryer merupakan sebuah alat yang sangat bermanfaat pada kehidupan sehari-hari, apalagi bagi kalangan wanita karena hair dryer mampu mengeringkan rambut dengan cepat. Hair dryer merupakan salah satu barang elektronik yang dapat dijadikan sebagai media pembelajaran dalam Termodinamika pada materi hukum 1 Termodinamika. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengkaji konsep termodinamika pada hair dryer. Metode yang digunakan dalam penelitian merupakan metode eksperimen menggunakan kain yang dibasahkan menggunakan volume air yang berbeda-beda. Hasil penelitian yang dilakukan pada kain basah menggunakan hair dryer mode 1 dan mode 2 yaitu semakin besar jarak maka semakin besar waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan kain basah. Mode 1 diperoleh waktu rata-rata pengeringan yaitu 15.02 menit; 20.74 menit; 25.69 menit; dan 30.05 menit pada mode 2 diperoleh waktu rata-rata pengeringan yaitu 9.726 menit; 13.606 menit; 16.12 menit dan 20.832 menit. Semakin besar volume air maka semakin kecil kecepatan untuk mengeringkan kain basah. Kecepatan rata-rata pengeringan mode 1 yaitu 0.36 m/s; 0.29 m/s; 0.23 m/s; dan 0.18 m/s; Kecepatan rata-rata pengeringan mode 2 yaitu 0.61 m/s; 0.47 m/s; 0.36 m/s dan 0.36 m/s. Semakin besar volume air maka semakin besar kalor yang dibutuhkan untuk mengeringkan kain basah. Besar kalor rata-rata mode 1 yaitu 235.57 KJ; 237.9 KJ; 240.14 KJ dan 242, 88 KJ. Kalor rata-rata mode 2 yaitu, 158.06 KJ; 159.7 KJ; 162 KJ dan 163 KJ.

Kata-kata kunci: Termodinamika, Hair dryer, Pengeringan, Kalor.

Abstract

Hair dryer is a tool that is very useful in everyday life, especially for women because hair dryers are able to dry hair quickly. Hair dryer is one of the electronic items that can be used as a learning medium in Thermodynamics on the material of the law 1 Thermodynamics. The purpose of the study was to examine the concept of thermodynamics in hair dryers. The method used in the study is an experimental method using a cloth that is washed using different volumes of water. The results of research conducted on wet cloths using hair dryer mode 1 and mode 2 are that the greater the distance, the greater the time needed to dry the wet cloth. Mode 1 obtained an average drying time of 15.02 minutes; 20.74 minutes; 25.69 minutes; and 30.05 minutes in mode 2 obtained an average drying time of 9,726 minutes; 13,606 minutes; 16.12 minutes and 20,832 minutes. The larger the volume of water, the smaller the speed for drying wet cloths. The average drying speed of mode 1 is 0.36 m/s; 0.29 m/s; 0.23 m/s; and 0.18 m/s. The average drying speed of mode 2 is 0.61 m/s; 0.47 m/s; 0.36 m/s and 0.36 m/s. The larger the volume of water, the greater the heat needed to dry the wet cloth. The average heat size of mode 1 is 235.57 KJ; 237.9 KJ; 240.14 KJ and 242.88 KJ. The average heat of mode 2 is, 158.06 KJ; 159.7 KJ; 162 KJ and 163 KJ.

Keywords : Thermodynamics, Hair dryer, Drying, Calorificial.

I. PENDAHULUAN

Hair dryer merupakan sebuah alat yang sangat bermanfaat pada kehidupan sehari-hari, apalagi bagi kalangan wanita karena *hair dryer* mampu mengeringkan rambut dengan cepat dan membuat gaya rambut lebih bervolume agar rambut terlihat lebih menarik. Rambut dapat dikeringkan menggunakan *hair dryer* secara efektif dan efisien dalam waktu 3-7 menit dibandingkan dengan menggunakan handuk. *Hair dryer* merupakan salah satu barang elektronik yang dapat dijadikan sebagai media pembelajaran dalam Termodinamika pada materi hukum 1 Termodinamika. Pengerik rambut merupakan alat elektronik yang memiliki sistem termodinamika terbuka (Edward R, 2010). Saat mengeringkan rambut, panas dipindahkan secara konveksi. Perpindahan kalor adalah Proses perpindahan energi (kalor) berdasarkan satu area ke area lain akibat adanya disparitas suhu pada area tersebut (Rusjdi H. Dkk, 2016). Konveksi merupakan proses perpindahan panas di mana molekul bergerak dari satu tempat ke tempat lain (Douglas, 2001). Perpindahan kalor secara konveksi terjadi apabila zat mengalami pemanasan. Ada dua jenis konveksi, yaitu konveksi alami dan konveksi paksa. Konveksi alami adalah proses perpindahan panas di mana pergerakan fluida terjadi karena perbedaan kerapatan bagian cairan yang dipanaskan, dan kerapatannya mengembang dan berkurang saat bergerak ke atas. Konveksi paksa adalah bentuk perpindahan panas di mana cairan yang dipanaskan diarahkan ke tujuannya oleh kipas. Berdasarkan penjelasan diatas, pengering rambut termasuk kedalam konveksi paksa. Bagian-bagian pengering rambut bekerja secara berkelanjutan, kipas menghisap udara di sekitarnya dan meniupnya melalui elemen pemanas. Dengan cara ini, aliran konveksi paksa dari udara panas tercipta (Kanginan, 2007: 136).

Tingkat di mana benda panas melepaskan panas ke cairan di sekitarnya secara konveksi sebanding dengan luas permukaan benda yang bersentuhan dengan benda tersebut. (Kamila A. S, 2021). Secara sederhana, besarnya kalor dalam insiden konveksi bisa dinyatakan menggunakan persamaan berikut:

$$H = \frac{Q}{t} = h \cdot A \cdot \Delta T \quad (1)$$

Dimana h adalah koefisien konveksi (J/m. s. K), H adalah kelajuan kalor (J/s), Q adalah kalor Js, A merupakan luas permukaan benda (m^2), t adalah waktu (s), dan ΔT adalah perubahan suhu (Suparno, 2009: 69).

Berdasarkan penjelasan di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian konsep termodinamika pada *hair dryer* yang bertujuan untuk mengkaji konsep termodinamika pada *hair dryer*.

II. METODE PENELITIAN

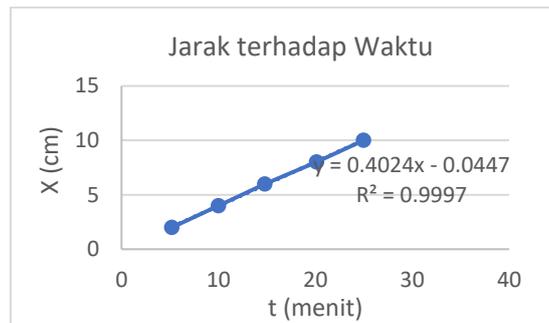
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang terdiri dari beberapa tahap yang berkelanjutan sehingga tujuan dari penelitian didapatkan. Metode eksperimen merupakan metode penelitian yg dipakai buat mengetahui efek perlakuan eksklusif terhadap perlakuan lain pada syarat terkendali (Sugiyono 2015: 107). Objek penelitian ini adalah kain yang dibasahi dengan air. Jumlah air yang digunakan untuk membasahi kain berbeda-beda, terdiri dari 5 ml, 10 ml, 15 ml, dan 20 ml. Selain itu, pada penelitian ini juga melihat pengaruh jarak dan waktu yang diperlukan dalam pengeringan. Jarak yang diteliti bervariasi dimulai dari jarak 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm, dan 10 cm. Penelitian ini dilaksanakan di lingkungan Universitas Samudra. Penelitian ini dilakukan pada 15 Desember 2022. Berikut adalah tahapan-tahapan penelitian yang ditunjukkan dalam bagan alur penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

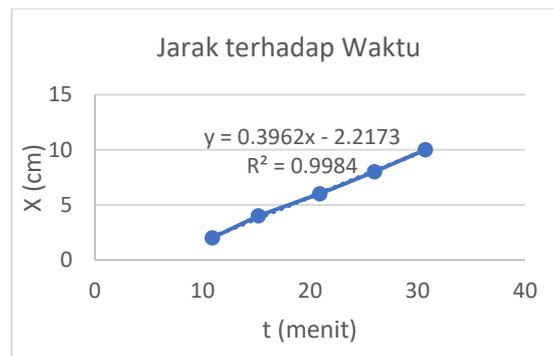
Hubungan Jarak Benda terhadap Waktu

a. Mode 1 dengan suhu $T = 50^{\circ}\text{C}$

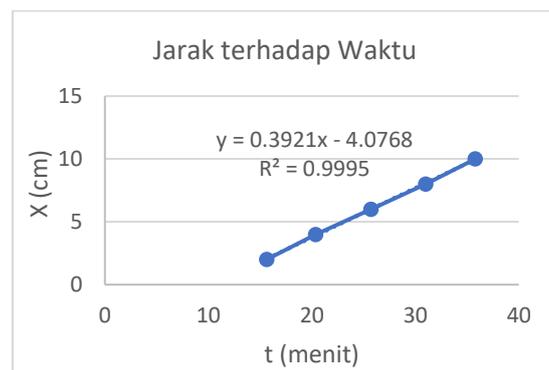
Percobaan pertama dilakukan pada *hair dryer* mode 1 dengan suhu $T = 50^{\circ}\text{C}$, jumlah air yang berbeda dan jarak yang berbeda juga. Berdasarkan percobaan didapatkan hasil sebagaimana dapat dilihat pada gambar grafik berikut.



Gambar 1. Grafik Hubungan Jarak benda (5ml air) terhadap Waktu.



Gambar 2. Grafik Hubungan Jarak benda (10 ml air) terhadap Waktu.



Gambar 3. Grafik Hubungan Jarak benda (15ml air) terhadap Waktu.

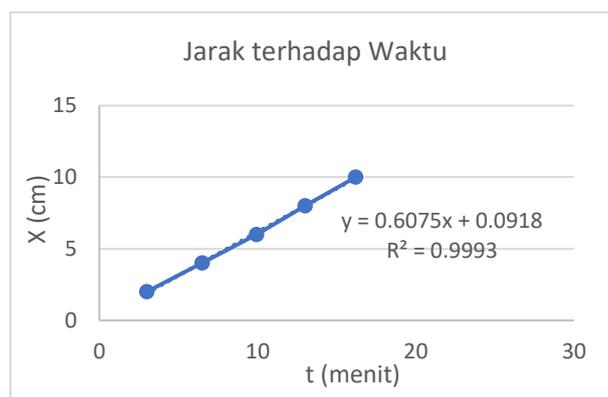


Gambar 4. Grafik Hubungan Jarak benda (20 ml air) terhadap Waktu.

Berdasarkan Gambar 1, 2, 3 dan 4 menunjukkan adanya hubungan antara jarak dan waktu. Semakin besar jarak pengeringan maka waktu yang diperlukan untuk pengeringan semakin besar. Pada grafik diperoleh analisis regresi yang menyatakan hubungan jarak dengan waktu. Apabila dilihat nilai R^2 pada gambar 1, gambar 2, gambar 3 dan gambar 4 memiliki nilai masing-masing, dimana nilai R^2 pada gambar 1 = 0,9997, nilai R^2 gambar 2 = 0,9984, nilai R^2 gambar 3 = 0,9995 dan nilai R^2 gambar 4 = 0,999. Hal ini menunjukkan terdapat hubungan antar jarak dengan waktu sebesar 99,91 %. Besar waktu rata-rata untuk keempat percobaan berbeda, dimana rata-rata waktu pengeringan untuk 5 ml air = 15,02 menit, waktu rata-rata pengeringan untuk 10 ml air = 20,74 menit, waktu rata-rata untuk 15 ml air = 25,69 menit dan waktu rata-rata pengeringan untuk 20 ml air = 30,05 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak air yang akan dikeringkan, maka semakin besar waktu yang diperlukan untuk mengeringkannya.

b. Mode 2 dengan Suhu $T = 70^\circ\text{C}$

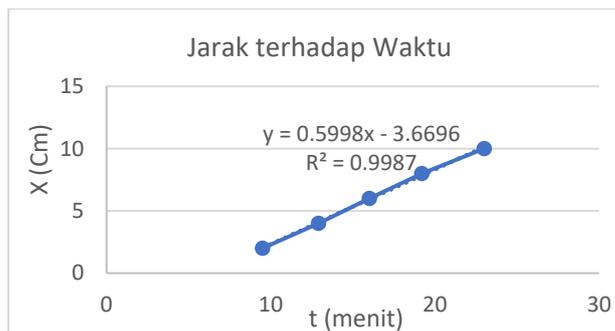
Pada percobaan kedua sama halnya dengan percobaan pertama menggunakan jumlah air yang berbeda-beda dan jarak yang berbeda-beda. Perbedaan mode 1 dan mode 2 berada di bagian kecepatannya dan suhunya. Dimana mode 2 menggunakan panas yang lebih besar sehingga lebih cepat melakukan proses pengeringan dibanding dengan mode 1. Berikut adalah hasil percobaan pada mode 2 sebagaimana dapat dilihat paada gambar grafik berikut.



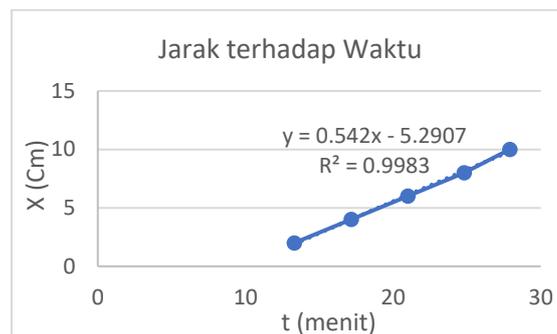
Gambar 5. Grafik Hubungan Jarak benda (5ml air) terhadap Waktu.



Gambar 6. Grafik Hubungan Jarak benda (10 ml air) terhadap Waktu.



Gambar 7. Grafik Hubungan Jarak benda (15 ml air) terhadap Waktu.



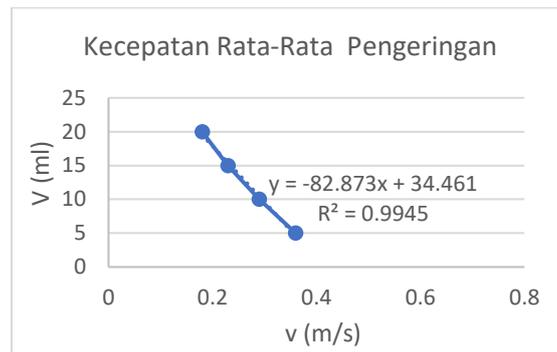
Gambar 8. Grafik Hubungan Jarak benda (20 ml air) terhadap Waktu.

Berdasarkan gambar 5, gambar 6, gambar 7 dan gambar 8 dapat dilihat adanya hubungan jarak dan waktu. Semakin besar jarak pengeringan maka waktu yang diperlukan untuk pengeringan semakin besar. Pada grafik diperoleh analisis regresi yang menyatakan hubungan jarak dengan waktu. Apabila dilihat nilai R^2 pada gambar 5, gambar 6, gambar 7 dan gambar 8 memiliki nilai masing-masing, dimana nilai R^2 pada gambar 5 = 0,9993, nilai R^2 gambar 6 = 0,9977, nilai R^2 gambar 7 = 0,9987 dan nilai R^2 gambar 8 = 0,9983. Hal ini menunjukkan terdapat hubungan antar jarak dengan waktu sebesar 99,85 %. Besar waktu rata-rata untuk keempat percobaan berbeda, dimana rata-rata waktu pengeringan untuk 5 ml air = 9,726 menit, waktu rata-rata pengeringan untuk 10 ml air = 13,606 menit, waktu rata-rata untuk 15 ml air = 16,12 menit dan waktu rata-rata pengeringan untuk 20 ml air = 20,832 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak air yang dialirkan maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mengering.

Hubungan Jarak dan Waktu terhadap Kecepatan.

Pada pengeringan menggunakan hair dryer terdapat kecepatan pengeringan yang berbeda pada mode 1 dan mode 2.

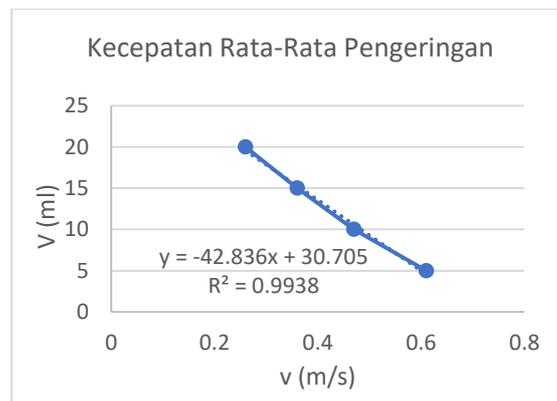
a. Mode 1 dengan Suhu $T = 50^{\circ}\text{C}$,



Gambar 9. Grafik Kecepatan Rata-Rata Pengeringan.

Berdasarkan grafik pada gambar 9, diperoleh analisis regresi hubungan antara jarak dan waktu terhadap kecepatan. Apabila dilihat dari nilai $R^2 = 0,9945$, maka hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan anatar jarak dan waktu terhadap kecepatan sebesar 99,45%. Dimana jika jarak besar dan dan waktu kecil maka semakin besar kecepatan dalam proses pengeringan dan sebaliknya jika jaraknya kecil dan waktunya besar maka kecepatan proses pengeringan akan semakin kecil. Pada gambar 9 diperoleh kecepatan rata-rata pengeringan untuk setiap volume air. Kecepatan rata-rata pengeringan 5 ml air = 0,36 m/s, kecepatan rata-rata pengeringan 10 ml air = 0,29 m/s, kecepatan rata-rata pengeringan 15 ml air = 0,23 m/s dan kecepatan rata-rata pengeringan 20 ml air = 0,18 m/s. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut menunjukkan semakin besar volume air maka semakin kecil kecepatan rata-rata pengeringan. Hal ini disebabkan karena volume air dipengaruhi oleh volume, jarak dan waktu pengeringan, dimana semakin besar volume air dan jarak semakin besar waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan sehingga semakin kecil kecepatan rata-rata pengeringan

b. Mode 2 dengan Suhu $T = 70^{\circ}\text{C}$



Gambar 10. Grafik Kecepatan Rata-Rata Pengeringan.

Berdasarkan grafik pada gambar 10, diperoleh analisis regresi hubungan antara jarak dan waktu terhadap kecepatan. Apabila dilihat dari nilai $R^2 = 0,9938$, maka hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan anatar jarak dan waktu terhadap kecepatan sebesar 99,38%. Dimana jika jarak besar dan dan waktu kecil maka semakin besar kecepatan dalam proses pengeringan dan sebaliknya jika jaraknya kecil dan waktunya besar maka kecepatan proses pengeringan akan semakin kecil. Pada gambar 10 diperoleh kecepatan rata-rata pada setiap proses pengeringan. Kecepatan rata-rata pengeringan untuk 5 ml air = 0,61 m/s, kecepatan rata-rata pengeringan untuk 10 ml air = 0,47 m/s,

kecepatan rata-rata pengeringan untuk 15 ml air = 0,36 m/s dan kecepatan rata-rata pengeringan untuk 20 ml air = 0,26 m/s. Pada mode 2 sama halnya dengan mode 1 dimana semakin besar volume air dan jarak, Semakin lama waktu pengeringan, semakin rendah kecepatan pengeringan rata-rata.

c. Kalor Rata-Rata yang dibutuhkan Selama Pengeringan.

Hair dryer adalah alat yang memanfaatkan listrik yang kemudian akan menghasilkan panas yang digunakan untuk mengeringkan rambut, dengan kata lain, Energi listrik dapat diubah menjadi energi panas dengan menggunakan persamaan bahwa jumlah energi listrik yang diubah atau diserap sama dengan jumlah panas yang dihasilkan (Rahcman I ,2017).

Persamaan kalor secara matematis:

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

$$P \cdot t = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (3)$$

$$\frac{V^2}{R} \cdot t = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (4)$$

Dimana:

W = energi listrik (J)

P = daya listrik (W)

t = waktu yang diperlukan (s)

I = kuat arus listrik (A)

R = hambatan (Ohm)

V = tegangan (V)

Q = banyak kalor yang diterima atau dilepas (J)

m = massa (Kg)

c = kalor jenis (J/ KgC)

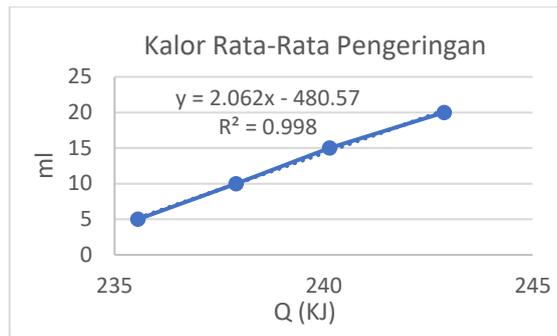
ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

(Ningsih I. A ,2013)

Dari persamaan diatas dapat kita ketahui bahwa energi atau usaha berhubungan dengan kalor.

a. Mode 1 dengan Suhu $T = 50^{\circ}\text{C}$

Pada percobaan ini diketahui bahwa besar tegangan pada hair dryer adalah 220V dan dayanya adalah sebesar 1000 Watt. Dengan demikian besar kalor yang dihasilkan dapat dihitung melalui persamaan diatas. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dapat diketahui besar kalor yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

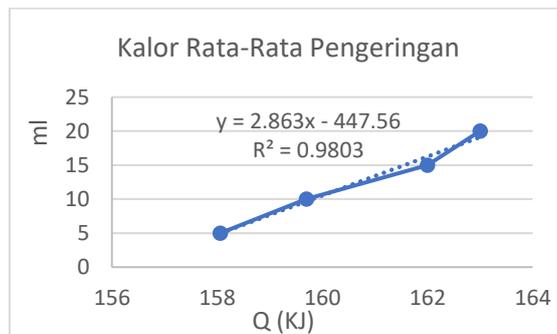


Gambar 11. Grafik Kalor Rata-Rata Pengeringan.

Berdasarkan grafik pada gambar 11, diperoleh regresi hubungan antara banyaknya air dengan kalor yang dibutuhkan untuk proses pengeringan. Apabila dilihat dari nilai $R^2 = 0,998$, Jadi ini menunjukkan bahwa ada hubungan antara jumlah air yang akan dikeringkan terhadap jumlah kalor yang dibutuhkan untuk proses pengeringan sebesar 99,8% . Selain itu besarnya kalor yang dibutuhkan dipengaruhi oleh waktu, dimana Semakin banyak air dikeringkan, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan air tersebut. Terdapat besar rata-rata kalor yang berbeda disetiap proses pengeringan kain basah dengan jumlah air yang berbeda disetiap proses percobaan. Kalor rata-rata untuk proses pengeringan 5 ml air = 235,56 KJ, kalor rata-rata untuk proses pengeringan 10 ml air = 237,9 KJ, kalor rata-rata untuk proses pengeringan 15 ml air = 240,14 KJ, kalor rata-rata untuk proses pengeringan 20 ml air = 242,88 KJ.

b. Mode 2 dengan Suhu $T = 70^\circ\text{C}$

Pada percobaan mode 2 perhitungan kalor sama dengan perhitungan kalor di mode satu, tetapi pada percobaan mode 2 kecepatan hair dryer membuat waktu yang dibutuhkan dalam mengeringkat rambut lebih sedikit. Berikut hasil perhitungan kalor pada mode 2.



Gambar 12. Grafik Kalor Rata-Rata Pengeringan.

Berdasarkan grafik pada gambar 12, diperoleh regresi hubungan antara banyaknya air dengan kalor yang dibutuhkan untuk proses pengeringan. Apabila dilihat dari nilai $R^2 = 0,9803$, maka hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara jumlah air yang akan dikeringkan terhadap jumlah kalor yang dibutuhkan untuk proses pengeringan sebesar 98,03%. Selain itu besarnya kalor yang dibutuhkan dipengaruhi oleh waktu, dimana Semakin banyak air yang akan dikeringkan, semakin lama waktu yang dibutuhkan air untuk mengering. Terdapat jumlah rata-rata kalor yang berbeda disetiap proses pengeringan kain basah dengan jumlah air yang berbeda disetiap proses percobaan. Besar kalor rata-rata untuk proses pengeringan 5 ml air = 158,06 KJ, kalor rata-rata untuk proses pengeringan 10 ml

air = 159,7 KJ, kalor rata-rata untuk proses pengeringan 15 ml air = 162 KJ dan kalor rata-rata untuk proses pengeeringan 20 ml air = 163 KJ.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada pengeringan air dengan kain basah menggunakan hair dryer maka dapat disimpulkan: Pengeringan dengan pengering rambut pada penelitian dengan jumlah air yang berbeda dan suhu yang berbeda menunjukkan hubungan jarak ke waktu, yaitu semakin jauh jaraknya, semakin banyak waktu yang dibutuhkan untuk proses pengeringan. Kalor rata-rata yang dibutuhkan dari proses pengeringan menggunakan hair dryer menghasilkan kalor yang berbeda-beda, semakin banyak air yang dikeringkan, maka waktu yang dibutuhkan semakin besar sehingga kalor yang dibutuhkan semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. (1961). *Perkembangan PERPINDAHAN PANAS*.
- Ardi, M., & Amri, H. (2019). Analisis desain pengering otomatis. *Jurnal Kontrol Elektronik Listrik dan Teknik Otomotif (JEECAE)*, 4(1), 253-256.
- Baco, S., Alamsyah, N., Arif, F. M., & Armida, S. (2022). Prototype Lemari Pengering Pakaian Dengan Suhu Panas Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknologi dan Komputer (JTEK)*, 2(01), 125-131.
- Douglas C. Giancoli. (2001). *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Edwards, R., Recktenwald, G., Kuntz, R., & Michael, R. (2010). Latihan untuk mengajarkan Hukum Pertama Termodinamika untuk sistem terbuka menggunakan pengering rambut sederhana. *Jurnal Antarmuka Teknologi* , 10 (3).
- El Fil, B., & Garimella, S. (2022). Mesin pengering berbahan bakar gas hemat energi dengan penyimpanan panas adsorpsi. *Energi* , 239 , 121708.
- El Fil, B., & Garimella, S. (2021). Pemodelan dan validasi mesin pengering berbahan bakar gas komersial. *Rekayasa Termal Terapan* , 195 , 117231.
- Hakim, L. (2019). Analisis teoritis aliran panas dalam boiler tabung kecil industri dari sudut pandang koefisien perpindahan panas total. *J. SuryaTek*, 1(04).
- Haryanto, A. (2015). *Perpindahan panas*.
- Junior, C., Chen, G., & Koehler, J. (2012). Pemodelan siklus termoelektrik penyembuhan baru untuk mesin pengering. *Jurnal internasional perpindahan panas dan massa* , 55 (5-6), 1536-1543.
- KAMILA, A. S. *Pengaruh Model Pembelajaran Just-in-Time Teaching terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa pada Materi Suhu dan Kalor* (Bachelor's thesis, Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Lee, Y., Kim, YD, Hyun, HJ, Pi, LQ, Jin, X., & Lee, WS (2011). Kerusakan batang rambut akibat panas dan waktu pengeringan hair dryer. *Annals of Dermatology* , 23 (4), 455-462.
- Marthen Kanginan. 2007. *Fisika Untuk SMA Kelas XI Semester 2*. Jakarta:Erlangga.

- Ningsih I. A. (2013). Makalah Daya Listrik. Retrieved Desember 28, 2022. Dari academia .edu: https://www.academia.edu/17244241/MAKALAH_DAYA_LISTRIK
- Petrovikova, E., & Kamath, YK (2019). Perpindahan panas pada rambut manusia. *Jurnal Internasional Ilmu Kosmetik* , 41 (4), 387-390.
- Putra, I. M. (2022). Analysis of the Effect of Heater Placement and Blower Speed on Uniformity of Temperature of the Chicken Poop (Doctoral dissertation, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya).
- Rachman, I. (2017). Penggunaan Motor Listrik Pada Hair Driyer. Retrieved Desember 28, 2022. Dari docplayer: <https://docplayer.info/39759678-Penggunaan-motor-listrik-pada-hairdriyer.html>
- Rusjdi, H., Ari, P., & Hidayat, W. (2016). ANALISIS PERPINDAHAN KALOR HIGH PRESSURE HEATER PLTU BANTEN 3 LONTAR UNIT 1. *Power PLant*.
- Schuchmann, S., Tolner, EA, Marshall, P., Vanhatalo, S., & Kaila, K. (2008). Dinyatakan peningkatan laju pernapasan dalam "model pengering rambut" dari kejang demam eksperimental. *Epilepsi* , 49 (5), 926-928.
- Semple, EL (1951). Perancangan kombinasi pemanas ruangan dan pengering rambut (Disertasi Doktorat, Massachusetts Institute of Technology).
- Sugiyono (2015). *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Suparno, Paul. 2009. *Pengantar Termofisika*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Supu I, Usman B, Basri S, & Sunarmi S (2017). Pengaruh suhu pada perpindahan panas dalam bahan yang berbeda. *Dinamika*, 7(1), 62-73.
- Surya, Y. (2009). *Suhu dan Termodinamika-Persiapan Olimpiade Fisika*. KANDEL.
- Umurani, K., Nasution, A. R., & Irwansyah, D. (2021). Perpindahan panas dan penurunan tekanan di saluran empat sisi dengan sirip V 90 derajat. *Jurnal Teknik Material, Manufaktur dan Energi*, 4(1), 37-46.
- Walujodjati, A. (2006). Perpindahan panas konveksi paksa. *Majalah Ilmiah Momentum*, 2(2).
- Wang, F. (2021). Mesin Pengering Cepat Berbasis Pompa Panas Semikonduktor. Dalam *E3S Web of Conferences* (Vol. 252, hlm. 02024). Ilmu EDP.