

Analisis Nilai Konstanta Pada Pendinginan Air Dengan Menggunakan Variasi Ukuran Gelas

 Tisar Dewi Pratiwi^{1*},  Grita Tumpi Nagari²  Misgiyati³

^{1*} Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Lampung, Indonesia

² Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Lampung, Indonesia

³ Universitas Lampung, Indonesia

 tisardp@gmail.com*, gritatumpinagari@gmail.com, misgiyati@fmipa.unila.ac.id

Abstract

Analisis konstanta pada pendinginan air sangat dibutuhkan dengan tujuan untuk menentukan konstanta pendinginan air. Pengambilan data dengan alat pendinginan air kali ini merupakan pengambilan data yang sederhana dan menarik. Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu menentukan konstanta pendinginan air. Proses pengolahan data menggunakan persamaan regresi linier dengan mengaplikasikan *Mr.Excel*. Adapun hasil yang diperoleh yaitu gelas beker dengan ukuran 100 ml, $T_0 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan volume air 100 ml sebesar $m \pm \Delta m = \alpha \pm \Delta \alpha = (0,047 \pm 0,0015)$, Gelas beker 150 ml, $T_0 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, dan volume air sebesar 100 ml sebesar $m \pm \Delta m = \alpha \pm \Delta \alpha = (0,047 \pm 0,0015)$ dan Gelas beker 600 ml, $T_0 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, dan volume air sebesar 1000 ml sebesar $m \pm \Delta m = \alpha \pm \Delta \alpha = (0,030 \pm 0,004)$. Ditinjau dari nilai α pada akhir perhitungan, didapat hasil konstanta pendinginan air yang berbeda. Seharusnya nilai α ini sama dalam setiap penelitian karena α merupakan suatu konstan yang nilainya tidak pernah berubah (konstan). Hal ini terjadi karena adanya kesalahan peneliti dalam pembacaan skala thermometer dan *stopwacth* sehingga data yang diperoleh kurang valid.

Article Information:

Received August 22, 2024

Revised October 18, 2024

Accepted December 12, 2024

Keywords: Pendinginan Air, Konstanta Pendinginan Air, Perubahan Suhu, Perpindahan Panas, Regresi Linier,

PENDAHULUAN

Dalam era moderen seperti saat ini, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang sangat pesat dan hampir di segala bidang seperti kedokteran, pendidikan, keamanan, hiburan hingga rumah tangga. Pada era inilah manusia dituntut untuk mampu melakukan terobosan dan inovasi-inovasi baru yang nantinya dapat bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari. Salah satunya pada dalam bidang fisika. Pada bidang fisika mempunyai andil yang besar dalam perkembangan ilmu teknologi. Hal ini karena banyaknya penemu-penemu yang besar dan berpengaruh dalam ilmu fisika, sehingga amatlah penting untuk mempelajari konsep-konsep fisika yang salah satunya adalah dengan melakukan pengambilan data langsung dengan menggunakan alat-alat fisika.

Konsep suhu (temperatur) berakar dari ide kuantitatif yaitu panas dan dingin yang

berdasarkan pada indera sentuhan kita. Jika suatu benda yang terasa panas umumnya memiliki suhu yang lebih tinggi dari pada benda serupa yang dingin. Hal ini tidak cukup jelas, dan indera dapat diketahi. Untuk mengetahui suhu sebagai ukuran panas dan dingin diperlukan membuat suatu skala suhu, sehingga untuk melakukannya, kita dapat memakai suatu sifat terukur apapun dari sebuah sistem yang panas dan dinginnya dapat berubah [1].

Pendinginan air merupakan proses turunya suhu air dari suhu yang tinggi menjadi suhu yang rendah. Perubahan suhu air ini disebabkan karena adanya perpindahan kalor dari air ke lingkungan. Kalor adalah sesuatu yang dipindahkan diantara sistem dan sekelilingnya sebagai akibat dari adanya perbedaan temperatur. Kalor adalah salah satu bentuk energi. Kalor biasanya didefinisikan secara kuantitatif dalam perubahan tertentu yang dihasilkan dalam suatu benda selama proses *terenty* [2]. Perpindahan kaor hanya terjadi diantara daerah yang berbeda suhunya dan arah alirannya selalu terjadi dari suhu tinggi ke suhu yang lebih rendah.

Pada dasarnya dalam menganalisis situasi-situasi fisis maka kita biasanya memusatkan perhatian kita pada suatu bagian materi yang kita pisahkan dari lingkungan luarnya. Kita namakan bagian tersebut sistem. Segala sesuatu yang berada di luar sistem yang berpengaruh secara langsung kepada sifat sistem disebut lingkungan. Kemudian, kita mencoba menentukan sifat sistem dengan menyelidiki bagaimana sistem tersebut berinteraksi dengan lingkungannya. Pada penelitian kali ini, kita akan coba membuktikan huku m ke nol termodinamika (*the zeroth law of thermodynamics*): Jika A dengan B masing-masing berada dalam kesetimbangan termal dengan sebuah benda ketiga, misal benda C, maka A dan B berada di dalam kesetimbangan termal satu sama lain. Artinya, ketika dua benda dengan temperatur yang berbeda bersentuhan akhirnya akan dicapai nilai (temperatur) yang sama di antara dua benda tersebut. Pada penelitian ini dilakukan untuk menganalisis nilai α sebagai suatu konstanta dari persamaan pendinginan air.

DATA DAN METODE

Pada penelitian ini dilakukan secara langsung dikampus ITS NU Lampung dengan menggunakan alat fisika sederhana yaitu gelas beker dengan ukuran 100 ml , 150 ml dan 1000 ml, *thermometer*, *stopwacth* dan air panas. Adapun langkah awal dari proses pengambilan data yaitu mengukur suhu ruangan menggunakan *thermometer*, mengisi gelas beker dengan air panas sampai volume 100 ml, suhu air diukur sampai suhu maksimum, termometer dan penutup dipasang sesuai skema dan catalah perubahan suhu diamati dalam selang waktu 2 menit selama 20 menit dan diulangi sebanyak 10 kali pengulangan seperti **Gambar 1**.



Gambar 1. Pengambilan data pendinginan air dengan variasi gelas beker dengan ukuran yaitu 100 ml , 150 ml dan 1000 ml

Pada proses pengolahan data persamaan yang digunakan yaitu turunnya suhu tiap satuan waktu akan berbanding lurus dengan selisih suhu antara cairan (sistem) dengan lingkungannya. Dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{dT}{dt} = \alpha (T - T_0) \quad (1)$$

$$\frac{dT}{(T - T_0)} = \alpha dt \quad (2)$$

$$\int \frac{dT}{(T - T_0)} = \alpha \int dt \quad (3)$$

$$\ln (T - T_0) = \alpha t + \ln(c) \quad (4)$$

Dengan T dalah suhu cairan, T_0 adalah suhu lingkungan (25°C), α adalah konstanta pendinginan air, t adalah waktu. Sedangkan data hasil penelitian disajikan dalam bentuk grafik linier sehingga terlihat alur datanya. Setiap data memiliki ralat yang dapat tergambar dalam grafik, oleh karena itu dapat juga digunakan metode titik sentroid dengan mencari titik tengah data berdasarkan sumbu x dan sumbu y. persamaan yang digunakan dalam proses pengolahan data sebagai berikut:

$$\ln(T - T_0) = \alpha t + \ln(c)$$

(5)

$\downarrow$ $\downarrow \downarrow$ $\downarrow$
 y m x c

maka grafik yang digunakan untuk ketiga gelas beker adalah grafik persamaan regresi linier yang merupakan hubungan antara $\ln (T_t - T_0)$ terhadap t.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengambilan data pendinginan air, dilakukan pengambilan data dengan menggunakan tiga buah gelas dengan volume air yang berbeda yaitu dengan volume 100 ml, 150 ml, 1000 ml. Adapun metode yang digunakan yaitu metode grafik dan metode regresi linier. Pada metode grafik

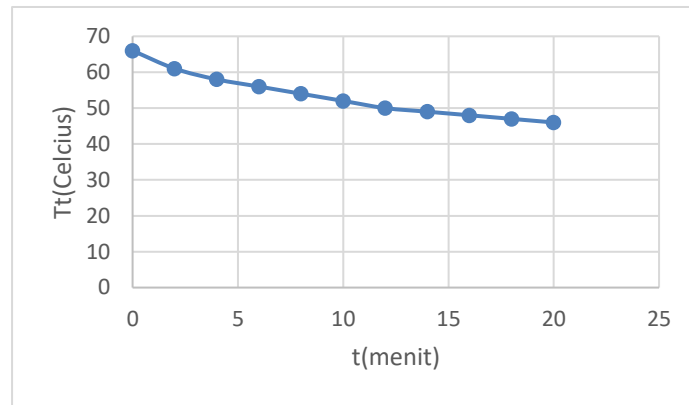
sumbu X adalah waktu (t) dalam satuan menit, dan sumbu Y adalah $\ln (T_t - T_0)$ (T_t adalah suhu air tiap menit, sedangkan T_0 adalah suhu lingkungan). Pada metode regresi linear yang akan dicari adalah konstanta pendinginan air yakni $\alpha \pm \Delta\alpha = m \pm \Delta m$.

Berdasarkan data hasil pengamatan yang juga disajikan dalam bentuk tabel, ketika air panas yang suhunya lebih tinggi dari lingkungan di sekitarnya dibiarkan dalam beberapa waktu maka air tersebut akan mengalami pendinginan sehingga suhunya turun dan mengalami keseimbangan termal dengan lingkungannya ketika nanti proses pendinginan telah selesai. Hal ini sudah sesuai dengan *hukum ko nol termodinamika*. Dalam pengambilan data pendinginan air ada hukum yang berlaku yaitu hukum pendinginan *Newton* yang menyatakan bahwa laju perubahan pendinginan suhu suatu benda sebanding dengan perbedaan antara suhu sendiri dan suhu sekitarnya. Jika dilihat dari selisih $T_{akhir} - T_{awal}$ pada pengambilan data pertama dengan variasi ukuran gelas, air dalam gelas ukur 1000 ml paling cepat mendingin dibandingkan dengan gelas beker dengan ukuran 150 ml dan 100 ml, karena volume gelas beker sangat mempengaruhi perubahan terhadap suhu sehingga gelas beker tersebut lebih mudah mendidih. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa faktor yang mempengaruhi proses pendinginan air adalah volume ruang tempat air dengan nilai seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Gelas beker 1000 ml, $T_0 = 30^\circ\text{C}$, $V = 100$ ml

t (menit)	T_t ($^\circ\text{C}$)	$(T_t - T_0)$ ($^\circ\text{C}$)	$\ln (T_t - T_0) \pm \Delta \ln (T_t - T_0)$
0	66	36	$3,58 \pm 0,013$
2	61	31	$3,43 \pm 0,016$
4	58	28	$3,33 \pm 0,017$
6	56	26	$3,25 \pm 0,019$
8	54	24	$3,17 \pm 0,020$
10	52	22	$3,09 \pm 0,022$
12	50	20	$2,99 \pm 0,025$
14	49	19	$2,94 \pm 0,026$
16	48	18	$2,89 \pm 0,028$
18	47	17	$2,83 \pm 0,029$
20	46	16	$2,77 \pm 0,031$

Adapun grafik yang diperoleh dengan menggunakan gelas ukur dengan ukuran 1000 ml yang menunjukkan bahwa garis linier menurun. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama selisih waktu air tersebut ditutup, maka semakin menurun suhu dari cairan seperti **Grafik 1**. Dilihat dari grafik tersebut penurunan garis cukup landai. Hal ini karena data yang diperoleh memiliki rentang jarak yang tidak jauh antara menit 0 hingga menit ke 20.

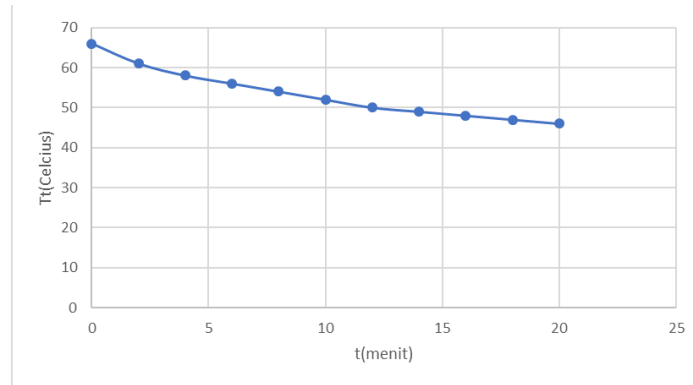


Grafik 1. Hasil pengolahan data menggunakan gelas beker 1000 ml, $T_0 = 30^{\circ}\text{C}$, $V = 100$ ml

Sedangkan hasil yang diperoleh pada beker 150 ml, $T_0 = 30^{\circ}\text{C}$, $V = 100$ ml menunjukkan bahwa perndinginan air terjadi karena adanya perpindahan panas menjadi cairan yang lebih panas dari pada suhu sekelilingnya akan mendidih. Perpindahan panas tersebut bergantung pada gerakan massa dari satu daerah ke daerah lainnya. Oleh sebab itu hasil yang diperoleh dapat disajikan pada **Tabel 2**. Sedangkan pada grafik percobaan 100 ml, didapatkan garis linier menurun. Pada grafik menunjukkan penuruna tidak terlalu signifikan dan jauh lebih smooth seperti **Grafik 2**.

Tabel 2. Gelas beker 150 ml, $T_0 = 30^{\circ}\text{C}$, $V = 100$ ml

t (menit)	$Tt (^{\circ}\text{C})$	$(Tt - T_0) (^{\circ}\text{C})$	$\ln (Tt - T_0) \pm \Delta \ln (Tt - T_0)$
0	69	39	$3,66 \pm 0,012$
2	66	36	$3,58 \pm 0,013$
4	64	34	$3,52 \pm 0,014$
6	62	32	$3,46 \pm 0,015$
8	60	30	$3,40 \pm 0,017$
10	58	28	$3,33 \pm 0,017$
12	57	27	$3,29 \pm 0,018$
14	56	26	$3,25 \pm 0,019$
16	55	25	$3,21 \pm 0,020$
18	54	24	$3,17 \pm 0,020$
20	53	23	$3,1 \pm 0,021$

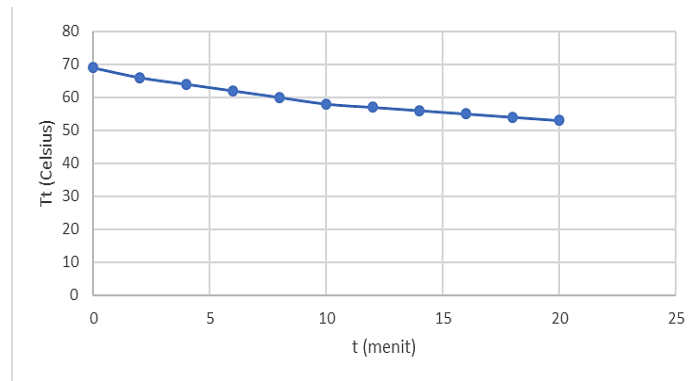


Grafik 2. Hasil pengolahan data menggunakan gelas beker 150 ml, $T_0 = 30^{\circ}\text{C}$, $V = 100$ ml

Adapun hasil yang diperoleh saat pengambilan data pada gelas beker 100 ml, $T_0 = 30^{\circ}\text{C}$, $V = 100$ ml, hasil tersebut menunjukkan bahwa penurunan suhu pada gelas beker 100 ml lebih lambat dibandingkan dengan 1000 ml dan 150 ml. Penurunan suhu terjadi karena penurunan suhu suatu zat cair dipengaruhi oleh massa jenis air. Zat cair yang memiliki massa jenis yang lebih kecil memiliki laju penurunan suhunya semakin cepat dan sebaliknya jika zat cair yang memiliki massa jenis yang lebih besar maka laju penuruna suhunya semakin lambat, sehingga untuk hasil yang diperoleh seperti **Tabel 3**.

Tabel 3. Gelas beker 100 ml, $T_0 = 30^{\circ}\text{C}$, $V = 100$ ml

t (menit)	$T_t (^{\circ}\text{C})$	$(T_t - T_0) (^{\circ}\text{C})$	$\ln (T_t - T_0) \pm \Delta \ln (T_t - T_0)$
0	73	43	$3,76 \pm 0,011$
2	71	41	$3,71 \pm 0,012$
4	69	39	$3,66 \pm 0,012$
6	67	37	$3,61 \pm 0,013$
8	65	35	$3,55 \pm 0,014$
10	63	33	$3,49 \pm 0,015$
12	62	32	$3,46 \pm 0,015$
14	61	31	$3,43 \pm 0,016$
16	59	29	$3,36 \pm 0,017$
18	58	28	$3,33 \pm 0,017$
20	57	27	$3,29 \pm 0,018$



Grafik 3. Hasil pengolahan data menggunakan gelas beker 100 ml, $T_0 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V = 100\text{ ml}$

Berdasarkan metode grafik, didapatkan nilai konstanta pendinginan air. Hasil tersebut diperoleh dengan menggunakan pengolahan data regresi linier sehingga didapatkan hasil yaitu gelas beker 100 ml sebesar $m \pm \Delta m = \alpha \pm \Delta \alpha = (0,047 \pm 0,0015)$, Gelas beker 150 ml sebesar $m \pm \Delta m = \alpha \pm \Delta \alpha = (0,047 \pm 0,0015)$ dan Gelas beker 1000 ml sebesar $m \pm \Delta m = \alpha \pm \Delta \alpha = (0,030 \pm 0,004)$. Pengolahan data pendinginan air dengan variasi gelas beker menunjukkan bahwa pendinginan air memiliki fungsi yaitu menjaga supaya temperatur dalam kondisi ideal, karena adanya perpindahan panas yang terjadi sehingga adanya pertukaran kalor.

Berdasarkan nilai konstanta α pendinginan air yang diperoleh maka dapat mengetahui bahwa apabila luas permukaan wadah. Jika semakin besar nilai yang didapatkan, maka konstanta pendinginan air juga semakin besar. Dan sebaliknya apabila luasan permukaan wadah semakin kecil, maka konstanta pendinginana air juga semakin kecil. Semakin besar volume air, maka konstanta pendinginan air akan semakin kecil. Dan semakin kecil volume air, maka konstanta pendinginan akan semakin besar.

KESIMPULAN

Adapun hasil yang diperoleh yaitu gelas beker dengan ukuran 100 ml, $T_0 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan volume air 100 ml sebesar $m \pm \Delta m = \alpha \pm \Delta \alpha = (0,047 \pm 0,0015)$, Gelas beker 150 ml, $T_0 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, dan volume air sebesar 1000 ml sebesar $m \pm \Delta m = \alpha \pm \Delta \alpha = (0,047 \pm 0,0015)$ dan Gelas beker 600 ml, $T_0 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, dan volume air sebesar 100 ml sebesar $m \pm \Delta m = \alpha \pm \Delta \alpha = (0,030 \pm 0,004)$.

Ditinjau dari nilai α pada akhir perhitungan, didapat hasil konstanta pendinginan air yang berbeda. Seharusnya nilai α ini sama dalam setiap penelitian karena α merupakan suatu konstan yang nilainya tidak pernah berubah (konstan). Luas permukaan berbanding lurus dengan konstanta pendinginan dan volume berbanding terbalik dengan konstanta pendinginan. Semakin besar luas permukaan wadah, maka penurunan suhu akan semakin cepat, sedangkan semakin besar volume air dalam wadah, maka penurunan suhu akan semakin lama. Adapun faktor-faktor yang

mempengaruhi proses pendinginan air yaitu volume air, luasan permukaan wadah dan suhu lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Young, D.H., & Feedman, R.A. 2007. *University Physics 12th Edition*. New York: Pearson Education, Inc.
- Halliday, D., & Resnick, R., 2011. *Fundamentals of Physics 9th Edition*. John Wiley & Sons, Inc.
- Ahsani, Muh Syukri, et al. "Proses Pendinginan Air dengan Limbah Batu Bata." *PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA (E-JOURNAL)*. Vol. 5. 2016.
- Gandi, Frima, and Meqorry Yusfi. "Perancangan Sistem Pendingin Air Menggunakan Elemen Peltier Berbasis Mikrokontroler ATmega8535." *Jurnal Fisika Unand* 5.1 (2016): 35-41.
- Guswanto, Taat, et al. "Hubungan kecepatan pendinginan air dengan kecepatan tiupan udara." (2017): 241-249.
- Marscella, Fitri Anggi, et al. "Termoskop dan Pendingin Udara Sederhana: Pengembangan Alat Peraga Fisika Untuk Pembelajaran Fisika." *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education* 2.3 (2019): 333-343.
- MARGIANTONO, AGUS. "PANDUAN PRAKTIKUM FISIKA (MEKANIKA, FLUIDA DAN KALOR)."
- MUTAQIN, KHOERUL. "Rancang bangun real laboratory praktikum pendinginan air berbasis IoT."
- Rani, Sefrilita Risqi Adikaning, and Sitti Nurrahmi. "JURNAL SAINS FISIKA."
- Rezeki, Yulianto Agung, and Silvia Yuni Safitri. *Alat Eksperimen Fisika Berbasis IoT untuk Penentuan Konstanta Pendinginan Newton*. CV Pajang Putra Wijaya, 2022.
- Suryani, Nanik, and Ign Edi Santosa. "Pengukuran konstanta pendinginan newton." (2014).