

HASIL CEK_FP 01

by Fp 01 Oktova

Submission date: 18-Feb-2022 09:42AM (UTC+0700)

Submission ID: 1765099742

File name: FP 01.pdf (191.36K)

Word count: 3380

Character count: 19158

PENENTUAN TARA KALOR MEKANIS SECARA TELITI DENGAN METODE GESEKAN DUA KERUCUT

Ainul Chuzam¹⁾, dan Raden Oktova²⁾

⁶ 1) Skadron Teknik 043, Lanud Adi Sutjipto, Yogyakarta

2) Program Magister Pendidikan Fisika, Universitas Ahmad Dahlan
Kampus II, Jl.Pramuka 42 Sidikan Yogyakarta 55161, Telp (0724) 563515
e-mail: ainul_skatek@yahoo.com; pasca.pfisika@yahoo.com

Abstrak

⁵ Hubungan antara kalori sebagai satuan kalor dan joule sebagai satuan SI untuk tenaga umumnya mulai dikenalkan dalam mata pelajaran fisika di SMA atau yang sederajat, namun percobaan untuk menentukan nilai tara kalor mekanis atau tara kalor listrik umumnya baru dikenalkan di SI Fisika atau Pendidikan Fisika, itupun hasilnya kurang teliti akibat adanya kalor yang bocor keluar atau masuk ke sistem. Terkait hal itu, telah dilakukan percobaan untuk menentukan tara kalor mekanis secara teliti dengan metode gesekan dua kerucut. Kalor dihasilkan dari gesekan antara dua buah kerucut logam. Kerucut luar diputar dengan motor sedangkan kerucut dalam ditahan dengan neraca pegas; kerucut dalam berisi air dan kenaikan suhu air akibat gesekan diukur dengan termometer digital. Sebagai sampel digunakan pasangan kerucut dengan tiga jenis bahan, yaitu kuningan, alumunium, dan besi. analisis regresi linier berbobot kenaikan suhu air terhadap cacah putaran kerucut, sehingga adanya kebocoran kalor yang keluar atau masuk sistem tidak mempengaruhi hasil perhitungan tara kalor mekanis. Program perhitungan regresi ditulis dengan Compag Visual Fortran 6 yang dijalankan dengan sistem operasi Windows Vista. Keluaran program regresi ini adalah yaitu a_0 dan a_1 beserta ralatnya. Seluruh rangkaian percobaan dilakukan di Lanud Adisutjipto, Yogyakarta. Dalam perhitungan akhir tara kalor mekanis digunakan nilai a_1 , serta nilai terukur tara massa gaya gesekan dari neraca pegas, diameter kerucut, massa baut, massa kerucut, massa sensor termometer, dan percepatan gravitasi bumi. Agar diperoleh hasil yang teliti, untuk menentukan percepatan gravitasi bumi dilakukan percobaan bandul matematis dengan analisis regresi linier berbobot kuadrat periode, T^2 terhadap panjang tali, L .

Dengan ketiga jenis bahan kerucut dihasilkan tara kalor mekanis sebesar $4,38 \pm 0,50$ J/kal untuk kerucut kuningan, $4,47 \pm 0,52$ J/kal untuk kerucut alumunium, dan $4,57 \pm 0,50$ J/kal untuk kerucut besi. Dalam batas-batas ralat, ketiga nilai tersebut sesuai satu sama lain dan jika dirata-rata berbobot menghasilkan nilai akhir tara kalor mekanis sebesar $4,47 \pm 0,29$ J/kal, sesuai nilai baku 4,186 J/kal. Untuk penelitian lebih lanjut disarankan agar dilakukan percobaan dengan analisis regresi yang berbeda, tidak hanya kenaikan suhu terhadap cacah putaran saja, misalnya kenaikan suhu terhadap diameter kerucut dengan cacah putaran tetap.

Kata kunci : tara kalor mekanis, metode gesekan dua kerucut, regresi linier berbobot.

I. PENDAHULUAN

Manusia sudah sejak lama mengamati bahwa kalor adalah suatu bentuk tenaga, ada kesetaraan (ekivalensi) antara kalor dan tenaga, baik tenaga mekanis maupun tenaga dalam bentuk lain. Untuk selanjutnya kita hanya akan dibicarakan kesetaraan antara kalor dan tenaga mekanis, yang disajikan oleh besaran tara kalor mekanis (*the mechanical equivalent of heat*). Banyak metode percobaan telah dikembangkan oleh para fisikawan, dimulai dari Benjamin Thompson yang bergelar Count Rumford pada tahun 1798 (Longair, 2003: 209).

5 Hubungan antara kalori sebagai satuan kalor dan joule sebagai satuan SI untuk tenaga umumnya mulai dikenalkan dalam mata pelajaran fisika di Sekolah Menengah Atas (SMA) atau yang sederajat, namun percobaan untuk menentukan nilai tara kalor mekanis atau tara kalor listrik umumnya baru dikenalkan di S1 Fisika atau Pendidikan Fisika, itupun hasilnya kurang teliti akibat adanya kalor yang bocor keluar atau masuk ke sistem. Selain itu juga topik tara kalor, khususnya tara kalor mekanis jarang diberikan di SMA atau yang sederajat di Indonesia, ataupun jika diberikan hanya sebatas pengetahuan dan informasi bagi siswa kelas sepuluh semester dua SMA atau yang sederajat, mungkin karena materi tara kalor mekanis ini dianggap mudah dan sederhana untuk dijelaskan kepada siswa sehingga terkesan mengenyampingkan topik ini. Faktor lain yang mungkin 5 tidak kalah pentingnya adalah ketersediaan alat praktikum tentang tara kalor mekanis di laboratorium di mana tidak semua sekolah mempunyai alat praktikum tersebut dan dapat menggunakannya dengan baik dan benar. Hal yang sama terjadi juga pada tingkat Universitas khususnya S1 Fisika atau Pendidikan Fisika topik tara kalor hanya diberikan pada praktikum fisika dasar, itupun kebanyakan hanya praktikum tara kalor listrik. Terkait tersebut di atas topik tara kalor mekanis ini mungkin akan lebih mudah dipahami siswa maupun mahasiswa jika terdapat suatu perangkat alat yang cukup sederhana dan benda-benda nyata untuk memudahkan pemahaman.

Berdasarkan gambaran di atas telah dirancang suatu percobaan untuk menentukan tara kalor mekanis yang sederhana dan mudah digunakan dalam percobaan di SMA atau yang sederajat dan tingkat Universitas khususnya S1 Fisika atau Pendidikan Fisika adalah dengan metode gesekan dua kerucut. Kalor dihasilkan dari gesekan antara dua buah kerucut logam. Tenaga mekanis dihasilkan dari gaya gesekan kerucut setelah N putaran. Sebagai sampel digunakan pasangan kerucut dengan tiga jenis bahan, yaitu kuningan, aluminium, dan besi. Untuk meningkatkan ketelitian penentuan tara kalor mekanis digunakan analisis regresi linier berbobot kenaikan suhu air terhadap cacah putaran

kerucut, sehingga adanya kebocoran kalor yang keluar atau masuk sistem tidak mempengaruhi hasil perhitungan tara kalor mekanis. Hasil percobaan digunakan untuk memverifikasi nilai tara kalor mekanis apakah sesuai dengan acuan.

II. DASAR TEORI

1. Kalor

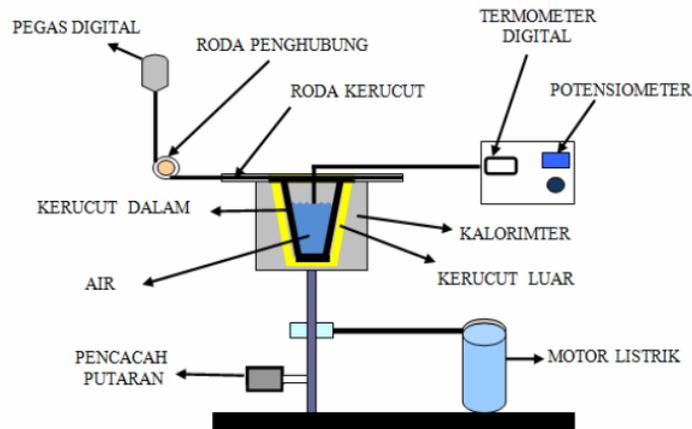
Kalor adalah merupakan tenaga yang ditransfer dari satu benda ke benda lain karena beda temperatur. Dalam abad ke-17, Galileo, Newton dan ilmuwan lain umumnya mendukung teori ahli atom Yunani kuno yang menganggap kalor merupakan wujud gerakan molekuler. Pada abad berikutnya metode-metode dikembangkan untuk melakukan pengukuran jumlah kalor yang meninggalkan atau masuk ke suatu benda secara kuantitatif, dan ditemukan bahwa bila dua benda dalam kontak termis maka jumlah kalor yang meninggalkan suatu benda sama dengan jumlah kalor yang memasuki benda lainnya. Penemuan ini mengarah ke pengembangan teori yang tampaknya berhasil tentang kalor sebagai zat materi yang kekal yaitu suatu fluida yang tidak tampak yang disebut "kalorik" yang ¹⁰ tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan tetapi hanya mengalir keluar dari satu benda ke benda lain. Teori ini cukup untuk menggambarkan transfer kalor, tetapi akhirnya ditinggalkan ketika teramati bahwa kalorik dapat diciptakan tanpa batas lewat gesekan tanpa hilangnya kalorik yang sama di suatu tempat lain. Dengan kata lain, prinsip kekekalan kalorik terbukti salah.

Teori kalorik berlanjut menjadi teori pelopor tentang kalor yang bertahan 40 tahun setelah pekerjaan Thomson, namun teori melemah sedikit demi sedikit karena makin banyak teramati contoh tentang tidak kekalnya kalor. Teori mekanika tentang kalor yang modern tidak muncul sampai tahun 1840 dalam pandangan ini, kalor adalah tenaga yang di transfer dari satu benda ke benda lain karena beda temperatur (tenaga internal suatu sistem sering dinyatakan sebagai tenaga termis bila sistem yang panas bersinggungan dengan sistem yang lebih dingin, tenaga ⁷ internal ditransfer dari sistem yang panas ke sistem yang dingin dalam bentuk kalor). Eksperimen pertama dilakukan oleh James Joule (1818-1889) menunjukkan bahwa munculnya atau hilangnya sejumlah tenaga termis tertentu selalu diikuti hilangnya atau munculnya sejumlah tenaga mekanik yang ekuivalen. Tenaga termis maupun tenaga mekanik tidak ada yang kekal secara bebas, tetapi tenaga mekanik yang hilang selalu sama dengan tenaga termis yang dihasilkan. Yang kekal adalah total tenaga mekanik ditambah tenaga termis (Tipler, 1998:597-598).

2. Tara kalor mekanis

Ada beberapa hasil penelitian yang relevan mengenai tara kalor mekanis diantaranya adalah penelitian Count Rumford' Benjamin Thomson (1798) dengan alatnya pegobor laras meriam diperoleh nilai tara kalor sebesar 5, 60 J/kal (Longair, 2003: 209). James P. Joule (1850) dengan alat tara kalor mekanis jenis roda kipas diperoleh nilai tara kalor sebesar 4, 159 J/kal (Joule, 1850 : 199-207). Kretshmar (1951) dengan menggunakan alat tara kalor mekanis jenis pengaduk yang diputar memperoleh nilai tara kalor sebesar $(4,16 \pm 0,12)$ J/kal (Kretschmar, 1951: 509-511). McLeod dan Werbrouck (1960) menggunakan alat tara kalor mekanis jenis aliran yang terus menerus yang digerakkan oleh motor memperoleh nilai tara kalor sebesar $(4,19 \pm 0,08)$ J/kal (McLeod, J., Werbrouck, 1960: 793-796). Paul Inscho (1992) menggunakan alat tara kalor mekanis jenis pipa karton yang berputar memperoleh nilai tara kalor sebesar $(3,8 \pm 0,4)$ J/kal (Inscho, 1992: 372-373). Dalam kebanyakan buku teks fisika disajikan tara kalor sebesar 4,186 J/kal (untuk contoh mutakhir, lihat misalnya Young & Freedman, 2008:583).

Desain alat penentuan tara kalor mekanis metode gesekan dua kerucut dapat dilihat pada gambar 1. Kalor dihasilkan dari gesekan antara dua buah kerucut logam. Kerucut luar diputar dengan motor listrik yang dihubungkan dengan potensiometer dengan tujuan untuk mengatur kecepatan putaran motor, sedangkan kerucut dalam ditahan dengan neraca pegas; kerucut dalam berisi air dan kenaikan suhu air akibat gesekan diukur dengan termometer digital.



Gambar 1. Desain alat percobaan penentuan tara kalor mekanis metode gesekan dua kerucut

Usaha W , dalam satuan joule yang dilakukan oleh gaya gesekan kerucut setelah N putaran, secara matematis dapat dituliskan

$$W = \pi m_p g d N, \tag{1}$$

dengan d adalah diameter roda kerucut, percepatan gravitasi bumi (g), massa menurut neraca pegas (m_p) dan cacah putaran kerucut (N).

Di sisi lain kalor (Q), dalam kalori yang dihasilkan gaya gesek antara kedua kerucut tersebut dirumuskan sebagai hasil kali antara ⁸ massa (m), dengan **kalor jenis (c) dan perubahan suhunya (ΔT)**. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut

$$Q = mc\Delta T. \tag{2}$$

Pada beberapa bagian peralatan terjadi perpindahan kalor ($Q_{\Delta T}$) pada waktu yang sama diantaranya adalah kalor yang diserap oleh air (Q_w), kalor yang diserap oleh baut pengunci kerucut dengan roda besar (Q_b), kalor yang diserap oleh kedua kerucut (Q_k), kalor yang diserap ujung sensor termometer (Q_{θ}), dan kalor yang hilang dari sistem (Q_o), sehingga total kalor (Q_{tot}), dapat dituliskan sebagai berikut

$$Q_{tot} = Q_{\Delta T} + Q_o, \tag{3}$$

$$Q_{tot} = (m_w c_w + m_b c_b + m_k c_k + m_{th} c_{th}) \Delta T + Q_o, \tag{4}$$

selanjutnya nilai tara kalornya dimisalkan sebagai A yang dirumuskan sebagai perbandingan antara pers. (1) dan (2) maka diperoleh

$$A = \frac{W}{Q_{tot}}, \tag{5}$$

jika W dalam pers. (1) dan Q_{tot} dalam pers. (4) dimasukkan dalam pers. (5) maka diperoleh,

$$A = \frac{\pi m_p g d N}{(m_w c_w + m_b c_b + m_k c_k + m_{th} c_{th}) \Delta T + Q_o}. \tag{6}$$

Jika A dalam pers.(6) kita kalikan dengan penyebutnya maka kita peroleh

$$\pi m_p g d N = A \{ (m_w c_w + m_b c_b + m_k c_k + m_{th} c_{th}) \Delta T + Q_o \},$$

atau

$$\Delta T = \frac{\pi m_p g d}{A(m_w c_w + m_b c_b + m_k c_k + m_{th} c_{th})} N - \frac{Q_o}{A(m_w c_w + m_b c_b + m_k c_k + m_{th} c_{th})}. \tag{7}$$

3. Analisis regresi.

¹Sebenarnya dari pers. (6) terlihat bahwa nilai A dapat saja dihitung langsung dari nilai m_p , g , d , N , m_w , m_b , m_k , dan m_{th} dan ΔT , namun ¹harus diingat bahwa perhitungan

secara langsung ini mengandung beberapa kelemahan, yaitu tidak dapat dicek atau diuji apakah rumus teoritis pers.(5 s.d 7) dalam model kita berlaku dan tidak dapat dideteksi serta dihilangkan adanya ralat sistematis jumlah putaran N yang dapat mempengaruhi ketelitian perhitungan A . Inilah alasan utama mengapa diperlukan suatu analisis regresi linier. Jika N divariasikan dengan m_p , d , m_w , m_b , m_k , dan m_{th} tetap, maka pers.(7) merupakan persamaan linier berbentuk

$$y = a_0 + a_1 x, \quad (8)$$

dengan $x=N$, $y=\Delta T$, dan

$$a_0 = - \frac{Q_0}{A(m_w c_w + m_b c_b + m_k c_k + m_{th} c_{th})},$$

dengan a_0 dan a_1 merupakan koefisien-koefisien yang dapat dicari dengan regresi linier berbobot (Bevington, 2003: 98-114)

$$a_1 = \frac{\sum \frac{1}{\sigma_i^2} \sum \frac{x_i y_i}{\sigma_i^2} - \sum \frac{x_i}{\sigma_i^2} \sum \frac{y_i}{\sigma_i^2}}{\Delta}, \quad (9)$$

$$a_0 = \frac{\sum \frac{x_i^2}{\sigma_i^2} \sum \frac{y_i}{\sigma_i^2} - \sum \frac{x_i}{\sigma_i^2} \sum \frac{x_i y_i}{\sigma_i^2}}{\Delta}, \quad (10)$$

dengan $\Delta = \sum \frac{1}{\sigma_i^2} \sum \frac{x_i^2}{\sigma_i^2} - \left(\sum \frac{x_i}{\sigma_i^2} \right)^2$,

dan σ_i adalah ralat pembacaan y_i . Ralat a_1 dapat dihitung dari

$$s_{a_1} = \sqrt{\frac{1}{\Delta} \sum \frac{1}{\sigma_i^2}} \quad (11.a)$$

dan ralat a_0 dapat dihitung dari

$$s_{a_0} = \sqrt{\frac{\sum \frac{x_i^2}{\sigma_i^2}}{\Delta}}. \quad (11.b)$$

Dari nilai a_1 , maka A dapat dihitung dari persamaan

$$A = \frac{\pi m_p g d}{a_1 (m_w c_w + m_b c_b + m_k c_k + m_{th} c_{th})}, \quad (12)$$

dan ralatnya dapat dihitung dari perambatan ralat

$$s_A = \sqrt{\left(\frac{\partial A}{\partial a_1} \right)^2 (s_{a_1})^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial m_p} \right)^2 (s_{m_p})^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial g} \right)^2 (s_g)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial d} \right)^2 (s_d)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial m_w} \right)^2 (s_{m_w})^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial m_b} \right)^2 (s_{m_b})^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial m_k} \right)^2 (s_{m_k})^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial m_{th}} \right)^2 (s_{m_{th}})^2}. \quad (13)$$

III. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Lanud Adisutjipto, Yogyakarta. Pada alat yang digunakan, terdapat dua buah kerucut yang terdiri atas kerucut dalam dan kerucut luar yang dibuat saling bergesekan. Kerucut dalam diberi lubang dengan tujuan agar dapat dimasuki air sebagai pengantar panas ke termometer digital dan pada bagian atas diberi pengunci dengan roda kerucut dan dihubungkan dengan pegas merk Force Gage digital P/N : FGN-50B S/N : H9502D066, dengan skala terkecil 0.1 kgf digunakan untuk mengukur m_p . Sedangkan kerucut luar pada bagian bawah diberi pengunci dengan kalorimeter (ruang udara yang terisolasi) yang dihubungkan motor, sehingga pada saat kalorimeter diputar oleh motor, kerucut tidak terlepas dan berputar bersamaan dengan kalorimeter. Sebagai sampel digunakan tiga bahan kerucut yang terdiri atas bahan kuningan, aluminium, dan besi. Jangka sorong digunakan untuk mengukur d dengan ketelitian 0.05 mm sedangkan untuk mengukur m_w , m_b , m_k , dan m_{th} digunakan neraca O'Houss dengan skala terkecil 0,1 g. Untuk mengukur ΔT digunakan termometer digital dengan skala terkecil $0.01^\circ C$. Sedangkan untuk menentukan N , dari kalorimeter digunakan alat pencacah putaran yang ditempatkan di bawah kalorimeter.

Pengukuran suhu T , diukur untuk setiap cacah putaran N , yang divariasi dari 10 putaran sampai dengan 100 putaran dengan m_p , d , m_w , m_b , m_k dan m_{th} tetap. Suhu awal T_0 yang digunakan adalah $20,0^\circ C$. Untuk pembacaan termometer pada setiap variasi 10 putaran dengan pengulangan pengukuran 10 kali dan memberi jeda waktu kurang lebih 15 detik untuk melanjutkan ke pengukuran berikutnya. Jeda waktu ini bertujuan untuk menunggu kenaikan suhu sesaat kemudian ketika suhu mulai turun, nilai puncaknya itulah yang dicatat. Perlu disampaikan bahwa percobaan pendahuluan untuk pengukuran data pertama ke pengukuran berikutnya tanpa kembali ke suhu awal diperoleh hasil pengukuran kenaikan suhu **terlalu kecil dan ralat relatif perubahan suhu menjadi besar.** Untuk perbaikan, pengukuran data pertama ke pengukuran berikutnya kembali ke T_0 .

Untuk perhitungan a_i dan a_0 pada persamaan (9) dan (10) dalam penelitian ini digunakan program perhitungan dengan bahasa Compag Visual Fortran 6 yang dijalankan dengan sistem operasi Windows Vista, sedangkan ralatnya dihitung dengan persamaan (11). Nilai A dan ralatnya dihitung dari pers (12) dan (13). Untuk menentukan g di daerah Lanud Adisutjipto dilakukan percobaan **bandul matematis dengan analisis regresi linier berbobot antara periode ayunan kuadrat T^2 terhadap panjang tali L** , sedangkan untuk

menentukan nilai m_p , dilaksanakan kalibrasi neraca pegas dengan analisis regresi linier berbobot antara massa neraca pegas terhadap massa standard.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data percobaan percepatan gravitasi bumi di daerah Lanud Adisutjipto diperoleh nilai $g = (9,78 \pm 0,07) \text{ m/s}^2$ yang sesuai dengan percepatan gravitasi bumi daerah Yogyakarta 9,7822 (Oktova, 1987:80). Kemudian dari hasil kalibrasi antara massa menurut neraca pegas terhadap massa standar menggunakan program perhitungan dengan bahasa Compag Visual Fortran 6 yang dijalankan dengan sistem operasi Windows Vista didapatkan nilai a_0 tidak nol dengan kata lain terdapat *zero offset*, yaitu $a_0 = (-0,04 \pm 0,03) \text{ kg}$. Nilai a_0 negatif menunjukkan bahwa pengukuran massa menurut neraca pegas terlalu kecil dari yang seharusnya sehingga masing-masing nilai m_p setiap bahan kerucut ditambah dengan nilai $-a_0$.

Untuk masing-masing dari ketiga bahan kerucut diperoleh 10 pasang data $(N, \Delta T)$ dan hasil analisis regresi liniernya disajikan dalam tabel 1. Secara teoritis, dalam pengukuran ΔT , secara umum haruslah a_0 tidak sama dengan nol. Jika dilihat hasil perhitungan pada tabel 1, pada umumnya terdapat ralat sistematis berupa a_0 positif maupun negatif. Untuk a_0 jenis bahan kuningan nampak bernilai positif, sedangkan jenis bahan aluminium dan besi bernilai negatif artinya secara umumnya terdapat ralat sistematis berupa *zero offset*, baik a_0 positif maupun negatif. Tanda a_0 positif menunjukkan bahwa pengukuran kenaikan suhu (ΔT) terlalu besar dari yang seharusnya, artinya terjadi kebocoran kalor (Q_0) yang masuk dari lingkungan menuju ke sistem dan sebaliknya a_0 negatif menunjukkan bahwa pengukuran ΔT terlalu kecil dari yang seharusnya artinya terjadi Q_0 yang keluar dari sistem menuju ke lingkungan.

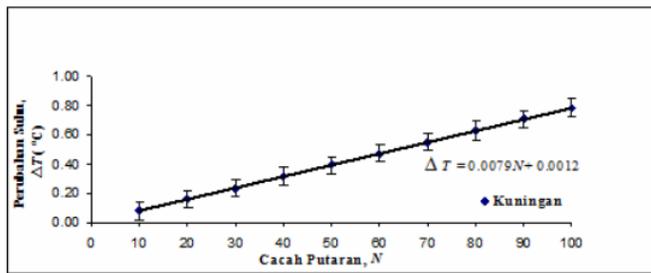
Nilai a_1 dari ketiga jenis bahan kerucut dalam batas-batas ralat nilainya sesuai satu sama lain artinya dari ketiga jenis bahan kerucut tersebut nilai a_1 tidak ada perbedaan signifikan. Berdasarkan nilai a_1 yang diperoleh, ternyata untuk ketiga bahan kerucut diperoleh nilai A berturut-turut untuk bahan kuningan adalah $(4,38 \pm 0,50) \text{ J/kal}$, aluminium adalah $(4,47 \pm 0,52) \text{ J/kal}$ dan besi adalah $(4,57 \pm 0,50) \text{ J/kal}$ yang sesuai satu sama lain, dan memberi nilai rata-rata berbobot $A = (4,47 \pm 0,29) \text{ J/kal}$ yang sesuai dengan nilai acuan 4,186 J/kal.

Pada gambar 2 disajikan grafik hubungan antara perubahan suhu ΔT terhadap putaran N dengan massa air m_w tetap untuk ketiga bahan kerucut berturut-turut kuningan, aluminium dan besi.

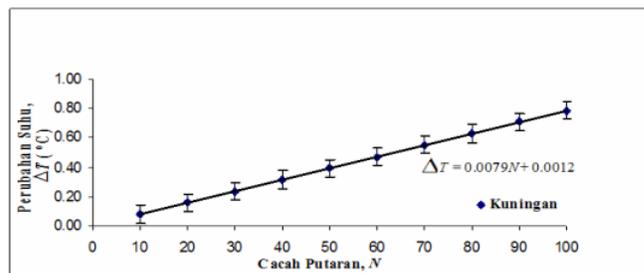
Selama percobaan dijumpai beberapa kesulitan. Salah satu kesulitan dalam pengukuran suhu air untuk mencapai $T_0=20,0$ °C karena ketika mendinginkan kadang suhunya terlalu dingin sehingga lama menunggu untuk mencapai suhu awal yang akan menyebabkan perubahan suhu ruang yang akan mempengaruhi ΔT sehingga nilai a_0 untuk ketiga kerucut tidak nol, dengan kata lain terdapat *zero offset*. Namun demikian adanya *zero offset* tidak mempengaruhi hasil perhitungan A karena nilai A hanya tergantung pada a_1 , dan sesungguhnya inilah keunggulan perhitungan dengan analisis regresi linier.

Tabel 1. Hasil Penentuan Tara Kalor Mekanis, A

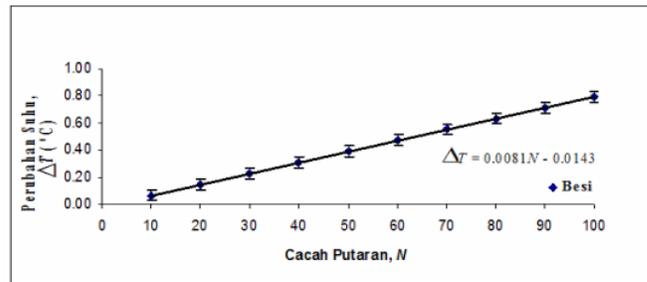
NO	KERUCUT	T_0 (°C)	$a_{0,k}$ (°C)	$a_{1,k}$ (°C)	A (J/kal)
1	Kuningan	20,0	$(0,12 \pm 3,22) 10^{-2}$	$(0,79 \pm 0,08) 10^{-2}$	$(4,38 \pm 0,50)$
2	Aluminium		$(-1,16 \pm 3,00) 10^{-2}$	$(0,80 \pm 0,08) 10^{-2}$	$(4,47 \pm 0,52)$
3	Besi		$(-1,43 \pm 2,95) 10^{-2}$	$(0,81 \pm 0,08) 10^{-2}$	$(4,57 \pm 0,50)$



(a)



(b)



(c)

Gambar 2. Grafik perubahan suhu terhadap cacah putaran beserta hasil analisis regresi linier berbobot untuk kerucut jenis (a) kuningan (b) aluminium dan (c) besi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Percobaan tara kalor mekanis metode gesekan dua kerucut dengan analisis regresi linier berbobot terbukti dapat digunakan untuk menentukan tara kalor mekanis. Dengan metode massa air tetap terhadap bahan kerucut yang divariasi yaitu bahan kuningan, aluminium dan besi diperoleh hasil untuk ketiga nilai A terlihat sesuai satu sama lain, dan memberi nilai rata-rata berbobot $A = (4,47 \pm 0,29)$ J/kal sesuai dengan nilai acuan. Selain itu dapat juga diperoleh ralat sistematik (*zero offset*) pengukuran perubahan suhu sesuai dengan teori

Untuk penelitian lebih lanjut disarankan agar variasi dari jenis kerucut ditambah lagi tidak hanya kuningan aluminium dan besi misalnya ditambah tembaga, perak, perunggu. Selain itu disarankan dapat dilakukan analisis regresi yang berbeda, tidak hanya kenaikan suhu terhadap cacah putaran saja, misalnya kenaikan suhu terhadap diameter kerucut dengan cacah putaran tetap.

DAFTAR PUSTAKA

- Bevington, P.R., 2003, "Data Reduction and Error Analysis for The Physical Science", Third edition, New York : McGraw-Hill, p. 98-114.
- Inscho, P. F., 1992, "Apparatus for Teaching Physics, Mechanical Equivalent of Heat", *American Journal of Physics Teachers*, vol.30, p.372-373, diambil pada tanggal 31 Agustus 2009 dari <http://scitation.aip.org/getpdf/servlet/getpdfservlet?filetype=pdf&id=PHTEAH00030000006000372000001&idtype=aips>.

- Joule, J. P., 1850, "The experiment On Mechanical Equivalent of Heat by J. P Joule", *Journal of Calorimeters and Thermal Analysis*, vol.29, p.199-207, ISSN: 0386-2615, diambil pada tanggal 27 Juli 2009 dari [http:// sciencelinks.jp/j-east/article/20030403A0043045.php](http://sciencelinks.jp/j-east/article/20030403A0043045.php).
- Kretschmar, G.G., 1951, "An Improved Mechanical Equivalent of Heat Experiment", *American Journal of Physics*, vol.19, p.509-511, ISSN: 0002-9505. USA, diambil pada tanggal 3 Agustus 2009 dari <http://aapt.org/ajp>.
- Longair, M., 2003, "Theoretical Concept In Physics : An Alternative View Of Theoretical Reasoning in Physics", Second Edition, Cambridge University Press : United Kingdom, p.209.
- McLeod, J., Werbrouck, A.E., 1960, "Mechanical Equivalent of Heat Apparatus", *American Journal of Physics*, vol.28, p.793-796, diambil pada tanggal 3 Agustus 2009 dari <http://aapt.org/ajp>.
- Oktova, R., 1987,"Metode Resonansi Magnetik dengan Regresi Polinom untuk Menentukan C_p/C_v Udara", Skripsi . Yogyakarta: FMIPA UGM. p.80.
- Sears, F.W., Zemansky, M.W., 2002," Fisika Universitas" Edisi kesepuluh Jilid. Jakarta: Erlangga p.467.
- Thims, L., 2008, " On the Mechanical Equivalent of Heat and Occupation"*Journal of Human Thermodynamics*. vol 4, p.1-8, ISSN 1559-386X. Diambil pada tanggal 26 Maret 2009 dari http://www.humanthermodynamics.com/JHTMechanical_Equivalent_Heat_Occupation.
- Tipler, A.P.,1998," Fisika untuk Sains dan Teknik", Jakarta : Erlangga.p.597-598
- Young, H.D., Freedman, R.A., 2008, " Sears and Zemansky's University Physics: with Modern Physics", edisi ke-12, San Francisco : Pearson Addison-Wesley. p.583.

HASIL CEK_FP 01

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	docobook.com Internet Source	6%
2	pasca-pfisika.uad.ac.id Internet Source	2%
3	edoc.pub Internet Source	2%
4	www.journal.uad.ac.id Internet Source	1%
5	id.scribd.com Internet Source	1%
6	www.scribd.com Internet Source	1%
7	123dok.com Internet Source	1%
8	pt.scribd.com Internet Source	1%
9	pf.uad.ac.id Internet Source	<1%

10

biopscugm.blogspot.com

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On