

# Metode Grafik; Solusi Problematika Azaz Black

## M. Yasin Kholifudin

SMA Negeri 2 Kebumen  
Jl. Cincin Kota No. 8 Kebumen  
Surat-e: by\_fis@yahoo.co.id

Pada materi azaz black sebagian besar peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menguasai materi azaz black. Untuk memudahkan peserta didik dalam menguasai materi azaz black penulis menerapkan metode grafik hubungan Kalor [Q kal] dan suhu [t °C] pada proses pembelajaran. Sintak pembelajarannya; 1) peserta didik, mengacu materi azaz black, 2) diskusi interaktif antara peserta didik dan peserta didik dengan guru, 3) guru menyampaikan penjelasan bagaimana penyelesaian problematika azaz black dengan metode grafik, 4) peserta didik menerapkan metode grafik dalam menyelesaikan problematika azaz black. Metode tersebut diterapkan pada 36 peserta didik kelas X IPA 1 SMA Negeri 2 Kebumen. Dari proses pembelajaran diperoleh simpulan bahwa kerangka berpikir, penalaran peserta didik secara terstruktur terbangun dengan baik, sehingga mudah untuk memahami dan menguasai materi azaz black dengan indikator peserta didik dapat mengerjakan problematika azaz black dengan benar.

Most of the students still have difficulty to understand the Black's Principle teaching material. Authors apply the graph method of the relationship of Heat [Q kal] and Temperature [t °C] on the learning process to facilitate learners in mastering this material. The learning syntax includes; 1) learners, referring to Black's Principle material, 2) interactive discussion between learners and learners with the teacher, 3) teacher explains how to solve Black's Principle problems with graphical method, 4) learners apply graphical method in solving Black's Principle problems. The method is applied to 36 students of X IPA 1 class of SMA Negeri 2 Kebumen. From the learning process can be concluded that the frame of thinking, the student's structured reasoning is building up well, easy to understand and master the Black's Principle material with indicators learners can solve the Black's Principle problems correctly.

**Kata kunci:** metode grafik, azaz black

## I. Pendahuluan

"Ref. [1] Permendikbud No. 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pembelajaran; kegiatan pembelajaran dilakukan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Kegiatan ini dilakukan secara sistematis dan sistemik melalui proses eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi

Fisika mata pelajaran yang bersumber dari gejala alam melalui fenomena kehidupan yang kita jalani sehari-hari. Sebagian besar peserta didik mengalami kesulitan dalam mempelajari, memahami dan menguasai suatu konsep fisika yang mengakibatkan kompetensi afektif,

kompetensi kognitif dan kompetensi psikomotor yang dimiliki peserta didik masih rendah. Untuk meningkatkan kompetensi yang dimiliki peserta didik diperlukan seorang guru kreatif dan inovatif untuk menciptakan proses pembelajaran fisika yang makna dengan tujuan memudahkan peserta didik dalam menguasai konsep fisika, misalnya untuk materi konsep azaz black. Pada Kurikulum 2013 [2]; silabus mata pelajaran fisika kompetensi KI-3 yaitu menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas, dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari-hari, dengan materi pembelajaran azas black.

"Ref. [4] Metode adalah cara yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan rencana yang sudah disusun dalam kegiatan nyata agar tujuan yang telah disusun tercapai secara optimal. Ini berarti, metode digunakan

untuk merealisasikan strategi yang telah ditetapkan sehingga proses pembelajaran fisika menjadi bermakna dan kompetensi peserta didik tercapai secara optimal sesuai dengan tujuan pembelajaran pada materi azaz black.

Pada pembelajaran azaz black secara natural banyak peserta didik mengalami kesulitan dalam mengerjakan problematika azaz black sehingga jawaban yang diperoleh belum benar, misalnya campuran es yang bersuhu di bawah nol dengan air yang suhunya di atas nol (suhu tinggi) dan mencari komposisi air dan es setelah dicampur. Peserta didik dalam hal membaca arti makna dari grafik hubungan didalam konsep materi fisika masih rendah, ini disebabkan oleh logika berpikir peserta didik untuk memodelkan konsep fisika masih belum terkoneksi dengan baik dalam pikirannya. Pada proses pembelajaran fisika tidak lepas dari pemodelan grafik hubungan antara variabel-variabel konsep untuk menjelaskan konsep fisika, misalnya materi azaz black. Dengan latar belakang tersebut penulis dalam menyampaikan materi azaz black menggunakan metode grafik dengan tujuan untuk memudahkan peserta didik dalam berpikir, memahami, dan menguasai konsep azaz black serta dapat menyelesaikan problematika azaz black dengan benar pada peserta didik kelas X IPA 1 SMA Negeri 2 Kebumen. Sehingga kompetensi peserta didik dapat terpenuhi sesuai dengan tujuan pembelajaran azaz balck.

## II. Kajian Pustaka

“Ref. [5]. Kalor merupakan energi yang ditransfer dari satu benda ke yang lainnya karena adanya perbedaan temperatur. Pada abad 18 sampai abad 19 kalor sebagai suatu fluida yang disebut kalorik. Fluida kalorik ini bisa berpindah dari satu benda ke benda lain, yaitu dari benda panas ke benda dingin. Ketika dua buah benda yang suhunya berbeda disentuhkan satu sama lain, akan kita amati bahwa akhirnya kedua benda mencapai suhu yang sama atau suhu seimbang, artinya kedua benda berada dalam keadaan keseimbangan termal ini yang disebut hukum keseimbangan termal. Pada tahun 1760, Joseph Black membedakan pengertian kalor dan suhu. Suhu adalah sesuatu yang diukur pada termometer, dan kalor adalah sesuatu yang mengalir [fluida] dari benda panas ke benda yang dingin.dalam rangka mencapai kesimbangan termal. Satuan kalor adalah kalori (kal) dan didefinisikan sebagai kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur 1 gram air sebesar 1°C

### Kalor Jenis dan Kapasitas Kalor

Kenaikan suhu benda dapat digunakan untuk menentukan banyaknya kalor yang diserap oleh benda. Jika sejumlah kalor  $[\Delta Q]$  menghasilkan perubahan suhu benda sebesar  $[\Delta T]$ , kapasitas kalor  $[C]$  didefinisikan sebagai

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \quad (1)$$

Satuan kapasitas kalor adalah J/K

Banyaknya kalor yang diperlukan untuk menghasilkan perubahan suhu  $[\Delta T]$  ternyata sebanding dengan massa benda  $[m]$  dan perubahan suhunya, banyaknya kalor tergantung pada jenis benda yang dipanaskan atau didinginkan.

$$\Delta Q = mc\Delta T \quad (2)$$

dimana besaran  $[c]$  adalah kalor jenis benda. Kalor jenis benda merupakan karakteristik termal suatu benda yaitu kapasitas kalor per satuan massa dengan satuan J/kg.K [6]

$$c = \frac{C}{m} \quad (3)$$

Tabel I. Kalor jenis bahan (pada 20 °C, 1 atm)

Zat	c (J/Kg. C°)	Zat	c (J/Kg.C°)
Aluminium	900	Alkohol (ethyl)	2400
Tembeja	385	Air Raksa	140
Kaca	840	Air	
Baja/besi	450	Es (-5 °C)	2100
Timah hitam	130	Cair (15 °C)	4186
Marmmer	860	Uap (110 °C)	2010
Perak	230	Tubuh manusia rt	3470
Kayu	1700	Protein	170

### Kalor Laten

Kalor laten adalah kalor yang digunakan oleh zat untuk mengubah wujudnya. Kalor laten untuk melebur disebut kalor lebur  $L$  es sebesar 80 kal/g atau 336 J/g sedangkan kalor laten untuk menguap disebut kalor uap  $L$  uap sebesar 540 kal/g atau 2260 J/g [5].

### Hukum Kekekalan Energi Kalor

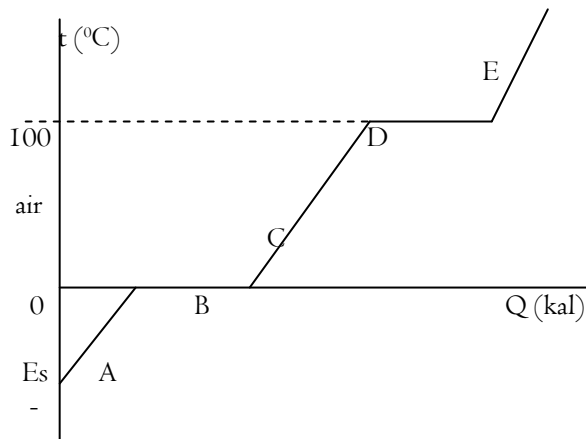
Joseph Black mengukur kalor jenis suatu benda dengan meletakkan sebuah benda pada keadaan kontak termal dengan benda lain yang kalor jenisnya sudah diketahui. Misalnya benda yang akan diukur kalor jenisnya bermassa  $m_1$  dan memiliki suhu awal  $T_1$ . Suatu zat cair yang bermassa  $m_2$  yang suhu awalnya  $T_2$  ditempatkan dalam sebuah gelas, dan ditempatkan dalam suatu sistem tertutup yaitu kalorimeter. Benda  $m_1$  dicelupkan ke dalam zat cair dan suhu campuran  $T_f$  keduanya dicatat. Kalorimeter merupakan sistem tertutup. Tidak ada kalor yang masuk maupun yang keluar dari dan ke dalam sistem [6]. Banyaknya kalor yang diserap oleh benda yang dingin yaitu benda  $m_1$  sama dengan banyaknya kalor yang dilepas oleh benda yang panas  $m_2$  diperoleh persamaan

$$Q_{lepas} = Q_{terima} \text{ atau } \Delta Q_1 = \Delta Q_2 \quad (4)$$

Persamaan (4) disebut hukum kekekalan energi kalor atau azas black yang menyatakan bahwa kalor yang diterima sama dengan kalor yang dilepaskan dengan persamaan;

$$\begin{aligned} m_2 c_2 \Delta T_2 &= m_1 c_1 \Delta T_1 \\ m_2 c_2 (T_2 - T_f) &= m_1 c_1 (T_f - T_1) \end{aligned} \quad (4)$$

Pada gambar 1 digambarkan grafik hubungan antara kalor [Q] dengan suhu [t], jika suatu zat es pada suhu – diberi kalor akan mengalami kenaikan suhu (A), kemudian mengalami perubahan wujud melebur (B), mengalami kenaikan suhu pada bentuk air (C), mengalami perubahan wujud menguap (D), mengalami kenaikan suhu pada uap air (E).



Gambar 1. Grafik hubungan Q dan t

### III. Metode Penelitian/Eksperimen

Metode Penelitian melalui proses pembelajaran dengan sintak pembelajaran; 1) peserta didik melakukan literasi materi azas black, 2) diskusi interaktif antara peserta didik dan peserta didik dengan guru, 3) guru menyampaikan informasi untuk penyelesaian problematika azas black dengan cara metode grafik, 4) peserta didik menerapkan konsep metode grafik dalam menyelesaikan problematika azas black. Metode tersebut diterapkan pada 36 siswa kelas X IPA 1 SMA Negeri 2 Kebumen.

Peserta didik melakukan Literasi materi azas black secara mandiri dari beberapa sumber buku referensi yang dimilikinya, kemudian peserta didik berdiskusi secara kelompok dengan materi kasus azas black yang dijumpai dalam kehidupan setiap hari. Misalnya mandi dengan air hangat, membuat minuman es teh, tukang pandai besi, dll. Guru menyampaikan informasi kepada peserta didik untuk memodelkan atau menggambarkan terlebih dahulu

grafik hubungan kalor Q pada sumbu x dengan suhu t pada sumbu y seperti pada gambar 1 dalam menyelesaikan berbagai macam problematika azas black. Misalnya; kasus I: es bersuhu ( $-t_e$ ) mempunyai massa ( $m_e$ ) dicampur dengan air, massa air ( $m_a$ ) bersuhu ( $t_a$ ) diperoleh suhu seimbang ( $t_s$ ) persamaan penyelesaian adalah;

$$\begin{aligned} Q_{lepas} &= Q_{terima} \\ m_a c_a (t_a - t_s) &= m_e c_e (0 - (-t_e)) + m_e L_e + m_e c_a (t_s - 0) \end{aligned}$$

Peserta didik menerapkan konsep metode grafik dalam menyelesaikan problematika azas black.

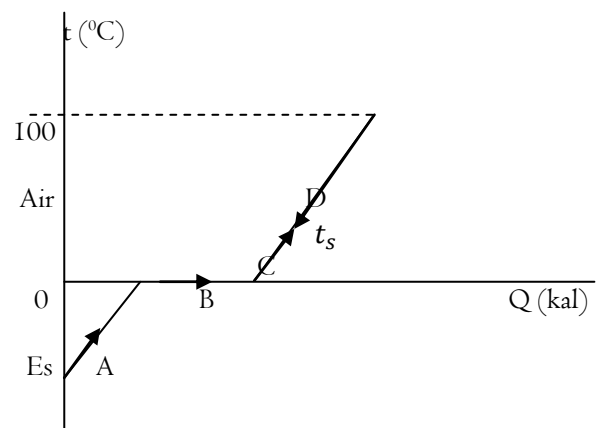
## IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

### Problematika 1

Seandainya es bermassa ( $m_e$ ) dengan suhu ( $-t_e$ ), dimasukkan kedalam wadah berisi air yang mempunyai massa ( $m_a$ ) bersuhu ( $t_a$ ). Jika kalor jenis es ( $C_e$ ), kalor jenis air ( $C_a$ ) dan kalor lebur es ( $L_e$ ). Tentukan besar suhu akhir atau seimbang ( $t_s$ ) yang terjadi. Pada problematika ini, sebagian besar 90 % peserta didik kelas X IPA 1 dalam mengerjakannya terjadi kesalahan karena menggunakan persamaan ini

$$\begin{aligned} Q_{lepas} &= Q_{terima} \\ m_a c_a (t_a - t_s) &= m_e c_e (0 - (-t_e)) + m_e L_e \end{aligned}$$

Hal tersebut terjadi karena belum menggunakan bantuan metode grafik hubungan kalor dengan suhu. Sebagai solusinya penulis menggunakan konsep menggambarkan grafik seperti di bawah ini.



Gambar 2. Grafik hubungan Q dan T

Dengan menggambarkan grafik terlebih dahulu prosesnya dapat terlihat dengan jelas, zat yang proses melepaskan kalor dan menerima kalor dengan mudah selanjutnya

menjabarkan persamaan azaz black. Air yang melepaskan kalor karena suhu air tinggi; melalui proses D suhu air turun untuk mencapai suhu seimbang, sedangkan yang menyerap kalor adalah es karena suhu es rendah; dari proses A suhu es mengalami kenaikan suhu, pada proses B es mengalami perubahan wujud suhu tetap tidak berubah, es menjadi air 0°C mencapai suhu seimbang ( $t_s$ ) proses C diperoleh persamaan sebagai berikut;

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}} \quad (6)$$

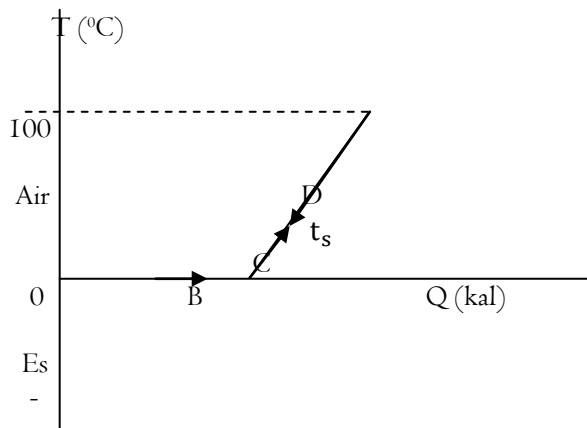
$$Q_D = Q_A + Q_B + Q_C$$

$$m_a c_a (t_a - t_s) = m_e c_e (0 - (-t_{es})) + m_e L_e + m_e c_a (t_s - 0)$$

Dengan data-data yang diketahui dimasukkan dan dihitung dengan persamaan (6) diperoleh suhu seimbang ( $t_s$ ) campuran antara air dengan es.

**Problematika 2**

Sebongkah es bermassa ( $m_e$ ) dengan suhu ( $t_e = 0$ ), dimasukkan kedalam wadah berisi air yang mempunyai massa ( $m_a$ ) bersuhu ( $t_a$ ). Jika kalor jenis es ( $C_e$ ), kalor jenis air ( $C_a$ ) dan kalor lebur es ( $L_s$ ). Tentukan besar suhu akhir atau seimbang ( $t_s$ ) yang terjadi. Solusinya adalah;



Gambar 3. Grafik hubungan Q dan T

Dengan menggambar grafik gambar (3) yang melepaskan kalor adalah air karena suhu tinggi dengan proses grafik D suhu air turun untuk mencapai suhu seimbang, sedangkan yang menyerap kalor adalah es karena suhu rendah prseses grafik Bes mengalami perubahan wujud suhu tetap, kemudian es menjadi air mencapai suhu seimbang proses grafik C diperoleh persamaan sebagai berikut;

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$$

$$Q_D = Q_B + Q_C$$

$$m_a c_a (t_a - t_s) = m_e L_e + m_e C_a (t_s - 0) \quad (7)$$

data-data yang diketahui dimasukkan pada persamaan (7) kemudian dihitung diperoleh suhu seimbang ( $t_s$ ) campuran antara air dengan es yang bersuhu awal 0 °C.

**Problematika 3**

Jika pada problematikan 1 dan 2 mendapatkan suhu seimbang positif celsius, maka peristiwa tersebut es melebur semua, Jika suhu seimbangnya bernilai minus derajat celsius, maka pada peristiwa tersebut es melebur sebagian. Problematika selajutnya, berapakah es yang melebur dan komposisi es dan air sekarang? Solusinya sebagai berikut

Jika suhu awal es minus derajat celsius, maka ( $Q_C = 0$ ) massa es yang melebur ( $m_{es}$ ) dapat dihitung dari persamaan:

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$$

$$Q_D = Q_A + Q_B$$

$$m_a c_a (t_a - 0) = m_e c_e (0 - (-t_{es})) + m_{es} L_{es}$$

$$m_{es} = \frac{m_a c_a (t_a - 0) - m_e c_e (0 - (-t_{es}))}{L_{es}} \quad (8)$$

Jika suhu awal es nol derajat celsius, maka massa es yang melebur ( $m_{es}$ ) dapat dihitung dari persamaan:

$$m_a c_a (t_a - 0) = m_e c_e (0 - (-t_{es})) + m_{es} L_{es}$$

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$$

$$Q_D = Q_A$$

$$m_a c_a (t_a - 0) = m_{es} L_{es} \quad (9)$$

Komposisi massa air sekarang

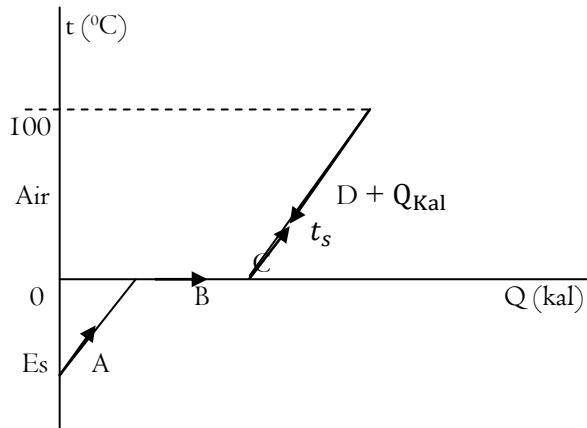
$$m_a = m_a + m_{es} \quad (10)$$

dan komposisi massa es sekarang

$$m_e = m_e + m_{es} \quad (10)$$

**Problematika 4**

Jika pada problematikan 1 dan 2, kapasitas kalor kalorimeter ( $C_{kal}$ ) diperhitungkan maka solusi problematika tersebut dengan persamaan sebagai berikut untuk problematika I;



Gambar 4. Grafik hubungan Q dan t

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{lepas}} &= Q_{\text{terima}} \\
 Q_D + Q_{\text{kal}} &= Q_A + Q_B + Q_C \\
 m_a c_a (t_a - t_s) + C_{\text{kal}} (t_a - t_s) &= m_e C_e (0 - (-t_{\text{es}})) + \\
 m_e L_e + m_e C_a (t_s - 0) & \quad (12)
 \end{aligned}$$

untuk problematika 2:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{lepas}} &= Q_{\text{terima}} \\
 Q_D + Q_{\text{kal}} &= Q_B + Q_C \\
 m_a c_a (t_a - t_s) + C_{\text{kal}} (t_a - t_s) &= m_e L_e + m_e C_a (t_s - 0) \quad (13)
 \end{aligned}$$

data-data yang diketahui dimasukkan pada persamaan (12) dan persamaan (13) kemudian dihitung diperoleh suhu seimbang ( $t_s$ ) campuran antara air dengan es.

### Problematika 5

Jika pada problematika 4 mendapatkan suhu seimbang nya bernilai minus derajat celsius, maka pada peristiwa tersebut es melebur sebagian. Problematika selanjutnya adalah berapakah es yang melebur dan komposisi es dan air sekarang? Solusinya sebagai berikut:

Untuk problematika 1, jika suhu awal es minus derajat celsius, maka ( $Q_C = 0$ ), massa es yang melebur ( $m_{\text{es}}$ ) dapat dihitung dari persamaan;

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{lepas}} &= Q_{\text{terima}} \\
 Q_D + Q_{\text{kal}} &= Q_A + Q_B \\
 m_a c_a (t_a - 0) + C_{\text{kal}} (t_a - 0) &= m_e C_e (0 - t_s) + m_{\text{es}} L_{\text{es}} \\
 m_{\text{es}} &= \frac{m_a c_a (t_a - 0) + c_{\text{kal}} (t_a - 0) - m_e c_e (0 - (-t_{\text{es}}))}{L_{\text{es}}} \quad (14)
 \end{aligned}$$

Untuk problematika 2, jika suhu awal es nol derajat celsius, maka massa es yang melebur ( $m_{\text{es}}$ ) dapat diselesaikan dari persamaan;

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{lepas}} &= Q_{\text{terima}} \\
 Q_D + Q_{\text{kal}} &= Q_B \\
 m_a c_a (t_a - 0) + C_{\text{kal}} (t_a - 0) &= m_{\text{es}} L_e \\
 m_{\text{es}} &= \frac{m_a c_a (t_a - 0) + c_{\text{kal}} (t_a - 0)}{L_{\text{es}}} \quad (15)
 \end{aligned}$$

Dari data-data yang diberikan dimasukkan pada persamaan (14) dan persamaan (15) kemudian dihitung sehingga diperoleh massa es yang melebur ( $m_{\text{es}}$ ) yang ditanyakan, kemudian komposisi air dan es sekarang adalah:

Komposisi massa air sekarang

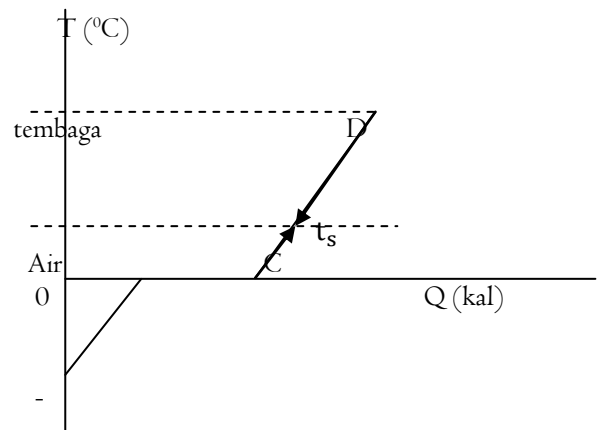
$$m_a = m_a + m_{\text{es}}$$

dan komposisi massa es sekarang

$$m_e = m_e - m_{\text{es}}$$

### Problematika 6

Percampuran antara zat cair misalnya air dengan zat padat misalnya tembaga, massa tembaga ( $m_{\text{tbg}}$ ) dengan suhu ( $m_{\text{tbg}} = 100^\circ\text{C}$ ), dimasukkan kedalam wadah kalorimeter berisi air massa ( $m_a$ ) bersuhu ( $t_a$ ). Jika kalor jenis tembaga ( $C_{\text{tbg}}$ ), kalor jenis air ( $C_a$ ). Tentukan besar suhu akhir atau seimbang ( $t_s$ ) yang terjadi. Untuk menyelesaikan problematika tersebut menggunakan grafik dan persamaan untuk menyelesaikannya sebagai berikut;



Gambar 4. Grafik hubungan Q dan T

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{lepas}} &= Q_{\text{terima}} \\
 Q_D &= Q_C \\
 m_{\text{tbg}} c_{\text{tbg}} (t_{\text{tbg}} - t_s) &= m_a (t_s - t_a) + C_{\text{kal}} (t_s - t_a) \quad (16)
 \end{aligned}$$

Dengan data-data yang diberikan dimasukkan pada persamaan (16) kemudian dihitung diperoleh suhu seimbang yaitu ( $t_s$ ). Atau dengan problematika yang berbeda misalnya suhu seimbang nya yang diketahui dan

kalor jenis tembaga yang ditanyakan. Dengan memodelkan menggambar grafik hubungan  $Q$  dan  $t$  memudahkan proses berpikir peserta didik dalam menyelesaikan problematika yang ada. Kerangka berpikir, bernalar peserta didik terbentuk sehingga peserta didik mampu menyelesaikan problematika pada kasus azaz black dengan benar. Kesalahan peserta didik yang terjadi pada problematika 1 dan 2 adalah ( $Q_c$ ) tidak ada, pada kasus 3 dan 4 kesalahannya pada suhu akhirnya, peserta didik menggunakan suhu hasil perhitungan, pada kasus 5 dan 6 kesulitan memasukkan wadah kalorimeter yang melepaskan atau yang menyerap kalor beserta suhu awal kalorimeter. Kesulitan dan kesalahan yang dialami peserta didik pada kasus-kasus di atas dapat teratasi dengan bantuan memodelkan menggambar grafik hubungan kalor  $Q$  dengan suhu  $t$ .

## V. Kesimpulan

Melalui proses pembelajaran dengan menggunakan metode grafik hubungan kalor [ $Q$ ] dan suhu [ $t$ ] pada azaz black, diperoleh simpulan bahwa konsep kerangka berpikir dan penalaran peserta didik terbangun secara terstruktur dengan baik. Sehingga peserta didik mudah untuk memahami dan menguasai materi azaz black dengan indikator peserta didik dapat mengerjakan problematika azaz black dengan benar. Terbentuk proses berpikir kritis dengan baik pada saat peserta didik memodelkan grafik problematika yang mampu menuntun logika berpikir dalam menjawab problematika azaz black. Selain itu, metode grafik dapat diterapkan untuk membantu proses berpikir peserta didik pada berbagai macam problematika azaz black yang ada. Sehingga kesalahan peserta didik dalam menyelesaikan problematika azaz black tidak terulang lagi.

## Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Kepala SMA Negeri 2 Kebumen dan rekan-rekan guru yang memberi motivasi untuk menyelesaikan penulisan artikel ini.

## Kepustakaan

- [1] M Permendikbud No. 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pembelajaran, 2016
- [2] Kurikulum 2013, silabus Fisika SMA, 2016
- [3] Permendikbud No 20 SKL Tahun 2016. Standar Kompetensi Untuk Satuan Pendidikan dasar dan Menengah, 2016
- [4] Wina Sanjaya, Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan, Kencana Prenada Media Group, 2009
- [5] Sears dan Zemansky, Fisika Universitas Edisi kesepuluh Jilid 2, Erlangga 2001
- [6] Douglas C. Giancoli, Fisika Edisi Kelima Jilid 1, Erlangga 2001