



## Investigasi Strategi Pemecahan Masalah dan Penguasaan Konsep pada Materi Kalor

Received  
5 September 2018

Revised  
19 Oktober 2018

Accepted for Publication  
29 Oktober 2018

Published  
31 November 2018



**M. Dewi Manikta Puspitasari**

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri, Kampus II UN PGRI Kediri Jl. Mojoroto Gg. I No. 6, Kota Kediri, Kode Pos 64112, Indonesia

\*E-mail: dewimanikta@unpkediri.ac.id

### Abstract

*The study was conducted to determine the strategy of problem solving and conceptual understanding of heat material after physics learning through integral learning. The problem-solving strategy in this study is a cognitive process that occurs during problem solving in mastering concepts. This research uses embedded design. The research subjects consisted of 30 students. The instruments used were conceptual understanding test and interviews. The conceptual understanding test consists of 7 item description questions to find out the problem-solving strategies and students' conceptual understanding after instructional. This research data collection technique uses sequential data collection. Quantitative data was obtained from the concept mastery test data. Qualitative data were obtained from students' problem-solving strategy data on the test. The data analysis technique of this study refers to sequential data analysis. The results showed that the problem-solving strategies that students did in solving problems on seven questions mastering the concept of heat material after the application of integral learning, students did mathematics to meaning mapping, physical mechanism games, recursive plug and chug, and transliteration to mathematics.*

**Keywords:** *problem-solving strategies, mastery of concepts, integral learning*

### Abstrak

Penelitian dilakukan untuk mengetahui strategi pemecahan masalah dan penguasaan konsep materi kalor setelah pembelajaran fisika melalui *integral learning*. Strategi pemecahan masalah dalam penelitian ini merupakan proses kognitif yang terjadi selama memecahkan masalah dalam penguasaan konsep. Penelitian ini menggunakan *embedded design*. Subjek penelitian terdiri atas 30 siswa. Instrumen yang digunakan adalah tes penguasaan konsep dan wawancara. Tes penguasaan konsep terdiri atas 7 butir soal uraian untuk mengetahui strategi pemecahan masalah dan penguasaan konsep siswa setelah materi diberikan. Teknik pengumpulan data penelitian ini menggunakan *sequential data collection*. Data kuantitatif diperoleh dari data nilai tes penguasaan konsep. Data kualitatif diperoleh dari data strategi pemecahan masalah siswa pada tes. Teknik analisis data penelitian ini mengacu pada *sequential data analysis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi pemecahan masalah yang siswa lakukan dalam menyelesaikan masalah pada tujuh soal penguasaan konsep materi kalor setelah penerapan *integral learning*, siswa melakukan *mapping mathematics to meaning*, *physical mechanism game*, *recursive plug and chug*, dan *transliteration to mathematics*.

**Kata Kunci:** *strategi pemecahan masalah, penguasaan konsep, integral learning*

## 1. Pendahuluan

Materi fisika dipandang sebagai materi yang sulit dipecahkan maupun dipahami oleh sebagian siswa. Kesulitan dalam memecahkan permasalahan konsep materi fisika inilah yang menjadikan materi fisika dianggap sebagai momok, sehingga diperlukan cara untuk mengatasinya. Menurut Nottis, kesulitan konsep siswa dapat diatasi dengan menggunakan pembelajaran yang didesain khusus seperti aktivitas berbasis inquiri [1]. Kesulitan pemahaman konsep berhubungan kalor dan suhuditemukan juga di pendidikan mesin. Kesulitan pemahaman konsep mengenai perpindahan kalor masih ditemukan setelah siswa melengkapi tugas yang diberikan guru. Menurut Baser, guru dapat menggunakan gambaran kesulitan pemahaman siswa dalam membuat arti sebuah fenomena baru untuk mendesain pembelajaran kepada siswa [2]. Kesulitan pemahaman dapat dikurangi dengan penggunaan pendekatan pembelajaran yang tepat. Strategi pembelajaran harus didesain sebagai cara siswa memiliki keyakinan bahwa konsep secara ilmiah lebih berguna dibandingkan dengan konsep alternatif yang ada. Penggunaan bahasa yang kurang dipahami siswa dapat juga mengakibatkan terjadinya kesulitan pemahaman konsep. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Halim yang menyatakan bahwa peningkatan pemahaman konsep siswa mengenai energi kalor akan lebih baik jika instruksi pembelajaran menggunakan bahasa sehari-hari dibandingkan dengan menggunakan bahasa kedua [3].

Hasil penelitian Alwan menunjukkan masih terdapat kesulitan pemahaman siswa terhadap konsep kalor, konsep suhu, perpindahan kalor dan perubahan suhu, titik didih air, titik lebur seng [4]. Siswa masih bingung dengan konsep kalor dan suhu serta belum dapat menjelaskan perbedaan kalor dan suhu. Siswa masih belum bisa memperkirakan suhu akhir campuran dua sampel yang berbeda suhu, namun siswa memahami suhu campuran tidak lebih tinggi sebelum dua sampel dicampur. Siswa menggunakan persamaan  $Q = m c \Delta T$  untuk menentukan jumlah energi kalor dan siswa belum mempertimbangkan kalor jenis zat sebagai faktor perubahan suhu. Penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa siswa belum dapat memberikan alasan yang mendukung jawaban siswa yang benar. Alwan menemukan dalam penelitiannya bahwa siswa mampu menggunakan rumus dan memecahkan masalah teoritis maupun matematis, namun belum memahami konsep yang mendasari persamaan dan menghubungkan dengan pengalaman. Hal ini dapat diatasi dengan pembelajaran yang tepat dan memberikan penekanan antara lain pada: (1) penggunaan percobaan di laboratorium; (2) penggunaan pendekatan yang sesuai oleh guru dalam mengajar; dan (3) pengembangan pemahaman konsep siswa sebelum memecahkan masalah.

Pemahaman konsep fisika memerlukan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Menurut Sarwi & Liliarsari, pemahaman materi fisika memerlukan pemikiran dan penalaran dalam menyelesaikan masalah fisika [5]. Kemampuan berpikir kritis diperlukan siswa untuk mempelajari tentang fenomena fisis dari alam melalui sebuah analisis yang didasarkan pada konsep fisika. Metode pembelajaran yang dikembangkan hendaknya memfasilitasi aktivitas berpikir secara aktif sehingga pembelajaran menjadi efektif. Angell menyatakan bahwa persepsi siswa terhadap fisika sulit dikarenakan siswa harus bersaing dengan representasi yang berbeda seperti percobaan, rumus dan perhitungan, grafik serta penjelasan konseptual pada waktu yang sama [6]. Sebagian besar siswa tidak mampu menghubungkan apa yang dipelajari dengan bagaimana pengetahuan tersebut akan dimanfaatkan atau dipergunakan [7].

Hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa penguasaan konsep siswa masih tergolong rendah dikarenakan kesulitan siswa dalam memecahkan masalah yang dihadapi. Penelitian Subagyo menyebutkan bahwa peningkatan penguasaan konsep masih tergolong rendah melalui pengembangan ketrampilan proses dan sikap ilmiah [17]. Menurut Mariati, pemahaman konsep siswa dalam aspek menginterpretasikan masih tergolong rendah dibandingkan aspek yang lain karena dipengaruhi soal yang diberikan belum spesifik [10]. Siswa akan lebih mudah membangun pengetahuan, menggali ide yang berkaitan dengan konsep, memperdalam konsep sehingga ide dapat dikembangkan melalui proses pemecahan masalah.

Penguasaan konsep fisika tidak terlepas dari proses kognitif siswa. Penggambaran proses kognitif yang digunakan siswa dalam memecahkan masalah disebut dengan strategi pemecahan masalah. Hasil penelitian Tuminaro memperkenalkan struktur baru untuk menganalisis pemikiran tentang pemecahan masalah siswa [8]. Struktur baru yang dikembangkan ini disebut dengan *epistemic game*. *Epistemic game* sama halnya dengan struktur pemecahan masalah. Siswa dapat menjadi pemecah masalah yang lebih baik dan lebih efisien dengan peningkatan pemahaman pengetahuan dan

penalaran dapat dimulai untuk mengembangkan lingkungan pengajaran dan intervensi secara efektif dan efisien dengan memperkenalkan sumber yang tepat dan *epistemic game* [8].

Pembelajaran aktif dapat membuat proses belajar lebih menyenangkan untuk guru dan siswa serta dapat menyebabkan siswa untuk proses kognitif sehingga dapat meningkatkan penguasaan konsep. *Integral learning* dikembangkan oleh Atkin dengan menggunakan dasar dari *whole brain* model. Pembelajaran yang baik dalam meningkatkan kemampuan berpikir hendaknya dapat menstimulasi semua potensi otak dan mengintegrasikan tipe-tipe berpikir. Menurut klasifikasi Hermmann, terdapat keterkaitan antar tipe berpikir dalam konsep *integral learning*. *Integral learning* merupakan pembelajaran yang mengintegrasikan tipe perolehan pengetahuan sesuai dengan karakteristik bagian otak dalam setiap pembelajaran. *Integral learning* fokus menstimulasi siswa dalam lingkungan pembelajaran yang mendukung dan menantang siswa (menarik perhatian siswa). Penerapan *integral learning* tidak memperhatikan gaya berpikir siswa, namun guru mengklarifikasi pentingnya hasil belajar pada masing-masing cara mengetahui. Pembelajaran terjadi dengan kesiapan yang lebih dan lebih efektif ketika pemrosesan keseluruhan otak dilakukan dan teliti di dalamnya. Poin penting *Integral learning* adalah pembelajaran siswa yang paling kuat terjadi ketika guru menstimulasi dan mengintegrasikan semua cara mengetahui dengan mengetahui untuk empat kekuatan (*knowing to the power of four*).

## 2. Metode Penelitian

Penelitian pada semester genap tahun ajaran 2014/2015 dengan subjek penelitian terdiri atas 30 siswa. Penelitian yang dilakukan menggunakan *embedded design*. Instrumen pengukuran yang digunakan ialah *posttest* untuk mengetahui strategi pemecahan masalah dan penguasaan konsep materi kalor (hubungan kalor dengan suhu benda dan wujudnya, azas Black, perpindahan kalor) setelah penerapan *integral learning*.

Penerapan *integral learning* terdiri atas 6 tahapan. Tahap pertama adalah *experiential knowledge* dilaksanakan pada kegiatan pendahuluan pembelajaran, dimana guru melakukan demonstrasi pada pertemuan submateri hubungan kalor dengan suhu benda dan wujudnya, azas Black, perpindahan kalor secara konduksi dan perpindahan kalor secara konveksi, sedangkan pada sub materi perpindahan kalor secara radiasi guru memutar video api unggun. Tujuan demonstrasi dan pemutaran video pada tahap *experiential knowledge* yaitu untuk mengajukan permasalahan berkaitan dengan sub materi. Tahap berikutnya kegiatan inti merupakan tahapan *understanding*, *imagination*, *information* dan *clarification*. Tahap *understanding*, siswa membentuk kelompok untuk persiapan melakukan eksperimen dengan memulai membaca lembar kerja. Siswa mulai menset alat kemudian melakukan eksperimen pada tahap *imagination*. Submateri hubungan kalor dengan suhu benda dan wujudnya, siswa ditambah membuat grafik hubungan suhu dan waktu pada tahap *imagination*. Khusus pada submateri azas Black, siswa ditambah dengan merancang prosedur percobaan sebelum menset alat pada tahap *imagination* dan submateri perpindahan kalor secara konveksi, siswa ditambah membuat pola aliran perpindahan kalor secara konveksi. Setelah melakukan eksperimen, siswa mencatat hipotesis, hasil percobaan dan kemudian melakukan diskusi kelompok untuk menyelesaikan pertanyaan-pertanyaan dalam lembar kerja. Lembar kerja terdiri atas lembar aplikasi konsep yang berisi fenomena yang terjadi dalam kehidupan sekitar dan lembar aktivitas lab. Lembar aplikasi konsep diberikan pada pertemuan 1 s.d 3 yang mengungkapkan fenomena tentang *cryotherapy*, limbah PLTU di Paiton, *hypothermia*. Tahap selanjutnya adalah siswa mempresentasikan hasil diskusi kelompok di depan kelas (tahap *clarification*). Siswa yang mempresentasikan hasil diskusi dipilih melalui cara undian agar setiap siswa di kelas memiliki kesempatan yang sama dalam mengutarakan hasil diskusi, sedangkan siswa dari kelompok yang lain menanggapi serta guru hanya sebagai fasilitator dan memberikan arahan. Kegiatan penutup pembelajaran, siswa mengerjakan latihan soal yang kemudian akan dibahas bersama-sama di depan kelas (tahap *action*). Pertemuan selanjutnya siswa diberi *posttest* untuk mengetahui strategi pemecahan masalah dan penguasaan konsep siswa setelah pembelajaran dengan *integral learning*.

Data dalam penelitian ini merupakan data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif penelitian ini adalah data hasil *posttest* penguasaan konsep siswa. Data kualitatif juga diperoleh dari data strategi pemecahan masalah hasil *posttest*. Data dianalisis secara kualitatif dengan cara pengorganisasian dan penyajian data untuk analisis, pengkodean data, representasi data, interpretasi data, serta validasi data.

Tahap awal data jawaban tes disesuaikan dengan jawaban rubrik penguasaan konsep. Tahap kedua data jawaban tes diseleksi sesuai dengan strategi pemecahan masalah siswa dalam menguasai konsep. Analisis selanjutnya ialah pengkodean yaitu diorganisasi berdasarkan indikator klasifikasi strategi pemecahan masalah siswa dan diberikan kode untuk dapat dikelompokkan ke dalam tema-tema. Tema-tema kemudian dipilah dan dipilih sebagai hasil penelitian. Analisis ketiga ialah penyajian hasil penelitian yang berasal dari data temuan di lapangan yang telah melewati proses pengkodean. Analisis keempat, Interpretasi data menjelaskan secara rinci dan jelas hasil analisis data kualitatif yang berupa strategi pemecahan masalah siswa pada materi kalor dan pengaruh strategi pemecahan masalah siswa terhadap penguasaan konsep materi kalor. Perbedaan strategi pemecahan masalah setiap siswa memungkinkan memiliki dampak terhadap penguasaan konsep materi kalor. Analisis terakhir yakni validasi data dilakukan untuk menetapkan keakuratan dari temuan dan interpretasi data dengan triangulasi data dari beberapa sumber.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil

Berdasarkan hasil analisis jawaban soal nomor 1 sudah mengalami perubahan konsep. Sebanyak 66,67% siswa masih terdapat miskonsepsi setelah penerapan pembelajaran. Siswa berpendapat bahwa minyak goreng memiliki kalor jenis yang tinggi maka akan memanaskan dan bersuhu tinggi jika dipanaskan. Hasil analisis jawaban siswa pada soal nomor 2 menunjukkan bahwa terdapat siswa yang membuat hipotesis tidak sesuai dengan permasalahan yang diajukan dalam soal.

Soal nomor 3 terdiri atas 3 pernyataan, siswa diminta menentukan kebenaran pernyataan dan memberikan alternatif alasan jika pernyataan salah. Pernyataan pertama adalah es cenderung mencair. Pernyataan kedua adalah es batu yang dilindungi dengan sekam padi akan lebih cepat mencair. Pernyataan yang ketiga adalah daya hantar kalor sekam padi lebih besar daripada daya hantar kalor udara. Berdasarkan hasil analisis jawaban soal nomor 3 bahwa terdapat siswa yang masih tidak menjawab soal. Miskonsepsi juga masih terjadi ketika siswa menentukan kebenaran pernyataan poin 2 dan poin 3. Siswa masih belum memahami penggunaan sekam padi dalam menyimpan es balok.

Soal nomor 4 mengenai grafik hubungan suhu dan waktu, siswa diminta membuat kesimpulan dari grafik data percobaan yang diberikan. Berdasarkan hasil analisis jawaban siswa pada soal nomor 4 bahwa siswa sudah dapat membuat kesimpulan berdasarkan grafik data percobaan yang diberikan.

Soal nomor 5 membahas tentang sebuah fenomena dalam kehidupan sehari-hari. Siswa diminta membuat empat pertanyaan berkaitan dengan fenomena tersebut. Berdasarkan hasil analisis jawaban siswa pada soal nomor 5 bahwa sesudah pembelajaran siswa dapat menuliskan pertanyaan dengan baik dan sesuai dengan permasalahan yang diberikan.

Soal nomor 6 menyajikan gambar keadaan lautan pada siang hari dan malam hari. Siswa diminta menjelaskan terjadinya angin darat dan angin laut. Berdasarkan hasil analisis jawaban siswa pada soal nomor 6, sesudah pembelajaran sebanyak 60% siswa masih miskonsepsi terhadap konsep angin darat dan angin laut. Siswa beranggapan bahwa angin darat terjadi karena suhu di darat lebih tinggi daripada suhu di laut pada siang hari sehingga angin yang bertiup dari laut ke darat dan angin laut terjadi karena suhu di laut lebih tinggi daripada suhu di darat pada malam hari sehingga angin yang bertiup dari darat ke laut.

Soal nomor 7 menyajikan pencampuran es dan air. Siswa diminta menentukan akibat pencampuran es dan air dengan menerapkan Azas Black. Jawaban yang diinginkan peneliti yaitu siswa dapat menuliskan latar belakang soal (diketahui, ditanya), menghitung variabel  $Q_{\text{air}}$  dan  $Q_{\text{es}}$  secara lengkap, menggunakan persamaan, dan menarik kesimpulan. Berdasarkan hasil analisis jawaban siswa pada soal nomor 7 bahwa 56,67% siswa sudah dapat menyelesaikan permasalahan yang diberikan secara tepat dan lengkap. Sedangkan sebanyak 6,67% siswa hanya dapat menuliskan latar belakang soal (diketahui, ditanya).

Strategi pemecahan masalah merupakan proses kognisi dalam memecahkan masalah konsep materi kalor. Strategi pemecahan masalah yang siswa lakukan dalam menyelesaikan masalah pada posttest konsep materi kalor adalah *mapping mathematics to meaning*, *physical mechanism game*, *recursive plug and chug*, dan *transliteration to mathematics*.

**Tabel 1.** Rata-rata Strategi Pemecahan Masalah setelah Pembelajaran

Strategi Pemecahan Masalah ( <i>Epistemic Game</i> )	Rata-rata (%)
<i>Mapping Meaning to Mathematics</i>	0
<i>Mapping Mathematics to Meaning</i>	26,67
<i>Physical Mechanism Game</i>	25,71
<i>Pictorial Analysis</i>	0
<i>Recursive Plug and Chug</i>	13,33
<i>Transliteration to Mathematics</i>	54,76

### 3.2 Pembahasan

Interaksi antara lingkungan dan pengalaman yang telah dimiliki akan mempengaruhi dalam penguasaan konsep siswa. Penguasaan konsep siswa dapat ditingkatkan dengan melibatkan siswa dalam memperoleh pengalaman langsung, misalnya melalui percobaan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan Widayanto, pencapaian pemahaman dan ketrampilan proses meningkat ketika siswa dilibatkan dalam percobaan [9]. Menurut Subagyo, pengembangan keterampilan yang mendasar dalam proses pembelajaran dapat membantu penguasaan konsep siswa [10]. penguasaan konsep siswa jauh akan meningkat ketika siswa memiliki kesempatan untuk menggunakan simulasi dan alat nyata dibandingkan dengan menggunakan komputer dalam pembelajaran [11].

Siswa masih mengalami miskonsepsi yang terlihat dari jawaban tes setelah pembelajaran. Miskonsepsi terjadi ketika seseorang tidak menyadari apa yang diketahui dan dipercayai tidak sesuai dengan kebenaran ilmiah. Penelitian Nottis menunjukkan bahwa miskonsepsi mengenai perpindahan kalor masih ditemukan setelah siswa melengkapi tugas yang diberikan guru [1]. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Alwan menunjukkan masih terdapat miskonsepsi siswa terhadap konsep kalor, konsep suhu, perpindahan kalor dan perubahan suhu, titik didih air, titik lebur seng [4]. Siswa masih belum bisa memperkirakan suhu akhir campuran dua sampel yang berbeda suhu, namun siswa memahami suhu campuran tidak lebih tinggi sebelum dua sampel dicampur. Penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa siswa belum dapat memberikan alasan yang mendukung jawaban siswa yang benar. Alwan menemukan dalam penelitiannya bahwa siswa mampu menggunakan rumus dan memecahkan masalah teoritis maupun matematis, namun belum memahami konsep yang mendasari persamaan dan menghubungkan dengan pengalaman.

Hasil penelitian ini dapat menjelaskan bahwa *integral learning* dapat mengubah penguasaan konsep siswa. *Integral learning* mengintegrasikan semua cara mengetahui yaitu mengetahui dengan empat kekuatan (*knowing to the power of four*). *Integral learning* mengintegrasikan antara model Hermmann tentang pengolahan *whole brain* dengan diskusi mengenai hakikat dari pembelajaran [12]. Strategi dan pengalaman pembelajaran yang diberikan dalam konsep *integral learning*, meliputi: (1) strategi yang melibatkan mengklarifikasi, menganalisis, mendefinisikan, berdebat, merumuskan, dan penetapan prosedur; (2) strategi yang melibatkan pengumpulan informasi, mengikuti aturan, mengikuti prosedur, mengkonsolidasikan fakta, mengembangkan penguasaan keterampilan dan prosedur; (3) strategi yang membangkitkan perasaan, mengembangkan sikap, dan berhubungan dengan pengetahuan kisah pribadi siswa, berbagi, berdiskusi, mengalami, merasakan, intuisi, mengungkapkan; (4) strategi yang melibatkan mengeksplorasi, merancang, mengembangkan model, menemukan pola, yang mewakili citra dan metafora.

Hasil penelitian ini dapat menjelaskan bahwa penerapan *integral learning* dapat mengubah atau mengembangkan strategi pemecahan masalah siswa. Hal ini dapat disandingkan dengan hasil penelitian sebelum penerapan *integral learning* yang tertuang dalam penelitian Puspitasari yang menunjukkan bahwa persentase strategi pemecahan masalah yang siswa lakukan dalam menyelesaikan masalah pada *pretest* konsep materi kalor adalah *mapping mathematics to meaning*, *physical mechanism game*, *pictorial analysis*, dan *transliteration to mathematics* yang masih rendah [13]. Strategi pemecahan masalah berkaitan dengan proses berpikir siswa dalam menyelesaikan masalah. Atkin menyatakan individu akan mengembangkan cara-cara untuk mengetahui yang merupakan sebuah ekspresi dari gaya berpikir mereka sendiri. *Integral learning* merupakan pembelajaran yang mengintegrasikan tipe perolehan pengetahuan sesuai dengan karakteristik bagian

otak dalam setiap pembelajaran, yaitu: (1) pemahaman definisi, konsep, atau teori; (2) pengetahuan prosedural dan penguasaan ketrampilan proses; (3) pemaknaan terhadap pengetahuan dan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari; dan (4) pengembangan ide dalam bentuk gambar, model, atau rancangan.

Pelaksanaan *mapping meaning to mathematics* dan *pictorial analysis* sebagai strategi pemecahan masalah setelah penerapan *integral learning* kurang berkembang dengan baik. Hal ini dari penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pada pretest konsep materi kalor siswa tidak menggunakan *mapping meaning to mathematics* dan 0,47% jawaban siswa menggunakan *pictorial analysis* dalam memecahkan masalah [13]. Hal ini dikarenakan strategi pemecahan masalah dengan menggunakan *mapping meaning to mathematics* sangat sulit. Kesulitan game ini terletak pada langkah 2 dan langkah 3 [8]. Siswa menghasilkan representasi eksternal yang menentukan hubungan antara pengaruh dalam pernyataan masalah pada *pictorial analysis*. Bentuk *epistemic game* ini adalah skema atau diagram yang membantu penyelidikan siswa.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Strategi pemecahan masalah yang siswa lakukan dalam menyelesaikan masalah pada pretest konsep materi kalor adalah *mapping mathematics to meaning*, *physical mechanism game*, *pictorial analysis*, dan *transliteration to mathematics*. Beberapa strategi pemecahan masalah siswa yang jarang digunakan yaitu *mapping mathematics to meaning* dan *pictorial analysis*. Hal ini mempengaruhi penguasaan konsep siswa dimana masih terdapat miskonsepsi pada materi kalor.

#### Daftar Rujukan

- [1] K. E. K. Nottis, M. J. Prince, and M. A. Vigeant, "Building an understanding of heat transfer concepts in undergraduate chemical engineering courses," 2010.
- [2] M. Başer, "Effect of conceptual change oriented instruction on remediation of students' misconceptions related to heat and temperature concepts," *J. Maltese Educ. Res.*, vol. 4, no. 1, pp. 64–79, 2006.
- [3] L. Halim, F. Dahlan, D. F. . Treagust, and A. L. Chandrasegaran, "Experiences of teaching the heat energy topic in English as a second language," *Sci. Educ. Int.*, vol. 23, no. 2, pp. 117–132, 2012.
- [4] A. A. Alwan, "Misconception of heat and temperature among physics students," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 12, pp. 600–614, 2011.
- [5] Sarwi and Liliasari, "Penerapan Strategi Kooperatif Dan Pemecahan Masalah Pada Konsep Gelombang Untuk Mengembangkan Keterampilan Berfikir Kritis," *Pendidik. Fis. Indones.*, vol. 5, pp. 90–95, 2009.
- [6] F. Ornek, W. Robinson, and M. Haugan, "What Makes Physics Difficult," *Sci. Educ. Int.*, vol. 18, no. 3, pp. 165–172, 2007.
- [7] U. Setyorini, S. E. Sukiswo, and B. Subali, "Penerapan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP," *J. Pendidik. Fis. Indones.*, vol. 7, no. 1, pp. 52–56, 2011.
- [8] J. Tuminaro and E. F. Redish, "Elements of a cognitive model of physics problem solving: Epistemic games," *Phys. Rev. Spec. Top. - Phys. Educ. Res.*, vol. 3, no. 2, Jul. 2007.
- [9] W. W.-J. P. F. Indonesia and U. 2009, "Pengembangan keterampilan proses dan pemahaman siswa kelas X melalui KIT Optik," *J. Pendidik. Fis. Indones.*, vol. 5, no. 1, 2011.
- [10] Y. Subagyo and P. Marwoto, "Pembelajaran Dengan Pendekatan Keterampilan Proses Sains Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Suhu Dan Pemuaian," *J. Pendidik. Fis. Indones.*, vol. 5, no. 1, pp. 42–46, 2009.
- [11] T. Jaakkola, S. Nurmi, and K. Veermans, "A comparison of students' conceptual understanding of electric circuits in simulation only and simulation-laboratory contexts," *J. Res. Sci. Teach.*, vol. 48, no. 1, pp. 71–93, Jan. 2011.
- [12] J. Atkin, "Knowing to the Power of Four," 2008.
- [13] M. D. M. Puspitasari, "Strategi Pemecahan Masalah Siswa pada Pretest Konsep Materi Kalor," *Berk. Ilm. Pendidik. Fis.*, vol. 5, no. 1, p. 88, 2017.