

## **Pengaruh *Modeling Instruction* dalam Mengantarkan Siswa Menguasai Topik Suhu dan Kalor serta Aplikasinya**

### ***The Effect of Modeling Instruction in Enhancing Students' Understanding on the Topic of Temperature and Heat as well as Their Applications***

**Zainul Mustofa**

SMK AI Munawwariyyah

Jl. Sudimoro No. 9, Bululawang, Kab. Malang, Jawa Timur

[zainulmustofa1993@yahoo.com](mailto:zainulmustofa1993@yahoo.com)

---

*Diterima:*

27 November 2021

*Direvisi:*

2 Maret 2022

*Disetujui:*

4 April 2022

---

**ABSTRAK:** Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana modeling instruction mengantarkan siswa menguasai konsep suhu dan kalor serta aplikasinya dalam bidang informatika. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan desain one group pretest-posttest. Subjek penelitian terdiri atas 34 siswa Teknik Komputer dan Jaringan SMK AI Munawwariyyah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai n-gain rata-rata sebesar 0,49 (medium) dengan effect size sebesar 1,04 (sangat tinggi). Fasilitas pembelajaran modeling instruction, yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk memodelkan masalah, berhasil mengantarkan siswa untuk meningkatkan kemampuannya dalam membuat model konversi suhu, deteksi suhu berbasis Arduino, dan analisis perpindahan kalor dalam sistem central processing unit (CPU). Beberapa materi, di mana pencapaian siswanya signifikan, adalah konversi suhu, perpindahan kalor, dan analisis troubleshooting pada sistem pendingin CPU.

**Kata Kunci:** modeling instruction; penguasaan konsep; suhu dan kalor

**ABSTRACT:** The purpose of this research is to find out how modeling instruction leads students to master the concept of temperature and heat as well as their application in the field of informatics. This research is an experimental research with one group pretest-posttest design. The research subject consists of 34 students of Computer and Network Engineering at SMK AI Munawwariyyah. The result shows that there is an increase in the average n-gain value of 0.49 (medium) with the effect size of 1.04 (very high). Modelling instruction learning facilities, that allow students to model problems, have successfully led students to improve their abilities in making

*models of temperature conversion, Arduino-based temperature detection, and analysis of heat transfer in the central processing unit (CPU) system. Some materials, of which the students make significant achievement, are temperature conversion, heat transfer, and troubleshooting analysis in CPU cooling system.*

**Keywords:** *concept mastery; modeling instruction; temperature and heat*

---

## PENDAHULUAN

Fisika merupakan mata pelajaran dasar bidang keahlian dalam kurikulum pendidikan menengah kejuruan. Fisika memiliki peran penting yang fundamental dalam mendukung tercapainya SKKNI Level 1 bagi siswa SMK, terutama dalam mempersiapkan fondasi konsep-konsep keteknikan yang erat kaitannya dengan sains. Berpijak pada peran tersebut, pembelajaran fisika haruslah memberikan nuansa yang tidak hanya seputar konsep-konsep fisika secara eksklusif yang dipelajari secara tersendiri, tetapi harus terintegrasi dengan kompetensi keahlian yang sedang ditekuni siswa sehingga harapan yang ingin dicapai dalam standar lulusan dapat tercapai, baik secara keilmuan maupun keterampilan.

Pentingnya fisika atau IPA yang dipelajari secara terintegrasi bersama mata pelajaran kompetensi keahlian mutlak dilakukan di SMK. Pengintegrasian ini penting karena mata pelajaran fisika atau IPA selaras dengan beberapa materi kompetensi keahlian. Tentunya dalam penerapannya harus ada diskusi penyesuaian antara fisika sebagai penyedia konsep dasar dengan kompetensi keahlian sebagai aplikasi/penerapan ilmu di lapangan. Pengembangan model pembelajaran di SMK seperti ini sudah seharusnya dilakukan agar pengetahuan siswa pada setiap pembelajaran bersifat komprehensif dengan satu tujuan besar, yaitu tercapainya lulusan yang sesuai dengan standar kompetensi lulusan (SKL).

Salah satu integrasi konsep fisika yang penting dalam bidang komputer adalah permasalahan sistem pendingin komponen

utama komputer, yaitu *central processing unit* (CPU) yang erat kaitannya dengan panas (kalor) yang sering mengakibatkan komputer mengalami masalah atau *trouble*. Pada permasalahan seperti ini, peran fisika sebagai penyedia konsep dasar, yaitu suhu dan kalor, sangat esensial. Sementara itu, peran mata pelajaran kompetensi keahlian sangat penting dalam rangka membelajarkan siswa merakit, menganalisis, dan menyelesaikan masalah dalam sistem CPU atau yang dikenal sebagai ilmu *troubleshooting*. Ilmu *troubleshooting* sendiri merupakan ilmu yang penting dikuasai siswa Teknik Komputer dan Jaringan, terutama saat menghadapi sejumlah banyak komputer yang digunakan dengan waktu cukup lama dengan berbagai masalahnya, seperti saat menjalankan ujian semester berbasis komputer (Mustofa, 2020).

Konsep suhu dan kalor yang berkaitan erat dengan *troubleshooting* sistem CPU di dalam fisika meliputi berbagai konsep dasar. Konsep-konsep dasar yang terkait adalah suhu dan konversinya, kalor dan pemuaiannya, serta perpindahan kalor. Selanjutnya, pengintegrasian dengan kompetensi keahlian meliputi pendeteksian suhu dan model konversinya, serta analisis komponen sistem pendingin CPU beserta proses perpindahan kalor di dalamnya. Pembelajaran fisika yang dapat mengoordinasi pengetahuan sekaligus keterampilan sangat diperlukan untuk menjembatani tercapainya SKL siswa SMK. Salah satu model pembelajaran yang baik untuk membelajarkan pengetahuan dan keterampilan adalah *modeling instruction*.

*Modeling instruction* digambarkan sebagai model instruksional pembelajaran yang menekankan konstruksi dan penerapan model konseptual sebagai aspek sentral dari belajar fenomena sains yang memberikan dampak terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah, kemampuan metakognitif, dan penalaran ilmiah (Stammen *et al.*, 2018). *Modeling instruction* menekankan pendekatan pembelajaran dalam tiga langkah, yaitu pengorganisasian konten materi, pemberian peran utama terhadap kegiatan laboratorium untuk mengembangkan konsep, dan menemukan jalan agar guru dan siswa saling berinteraksi (Dukerich, 2015). Model pembelajaran ini disebut sebagai pengajaran berbasis penelitian (*research-based pedagogy*), di mana siswa belajar melalui pengonstruksian dan penerapan model konseptual untuk memahami, menginterpretasikan, dan memprediksi fenomena yang diamati (Jenkin *et al.*, 2019). *Modeling instruction* memiliki dua tahap dalam membelajarkan siswa, yaitu *model development* dan *model deployment*. Pada tahap *model development*, siswa dibelajarkan untuk melihat fenomena atau masalah dalam bidang yang digeluti, selanjutnya menganalisis dan memodelkan solusi alternatifnya. Model yang telah dibuat selanjutnya dikembangkan, diuji, dan divalidasi (Mustofa *et al.*, 2019). Model hasil tahap ini selanjutnya digunakan pada tahap berikutnya, yaitu *model deployment* untuk menyelesaikan masalah baru yang sesuai dengan permasalahan yang ada di bidang keahliannya.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini akan mengungkap bagaimana *modeling instruction* mengantarkan siswa menguasai konsep suhu dan kalor serta aplikasinya dalam bidang informatika. Adapun untuk menjawab permasalahan utama tersebut, penelitian ini difokuskan pada dua pertanyaan penelitian. Pertanyaan penelitian tersebut adalah: 1) bagaimana peningkatan penguasaan siswa terhadap konsep suhu dan kalor

serta aplikasinya menggunakan *modeling instruction*; dan 2) bagaimana pembelajaran *modeling instruction* dapat memfasilitasi siswa dalam pemaknaan konsep suhu, kalor, dan aplikasinya.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan desain *one group pre-test - post-test* yang dielaborasi dengan pengumpulan data secara kualitatif. Penelitian ini dilaksanakan di SMK Al Munawwariyyah pada tahun pelajaran 2020/2021. Subjek penelitian adalah siswa kelas X TKJ (Teknik Komputer dan Jaringan) yang berjumlah 34 siswa.

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap utama, yaitu *pre-test*, perlakuan, dan *post-test*. Data kuantitatif diperoleh dari nilai *pre-test* dan *post-test* siswa. Adapun data kualitatif diperoleh selama pelaksanaan perlakuan menggunakan model pembelajaran *modeling instruction*, yaitu melalui observasi, catatan lapangan, dan dokumentasi. Pada pembelajaran suhu, kalor, dan aplikasinya yang menggunakan *modeling instruction*, siswa dibelajarkan untuk mengamati fenomena suhu dan kalor, kemudian membuat model konseptual, memvalidasi, dan menguji model pada tahap *model development*. Sementara itu, pada tahap *model deployment*, siswa memanfaatkan model konseptual untuk diterapkan dalam bidang keahliannya dan menjawab fenomena di awal pembelajaran.

Instrumen penelitian kuantitatif terdiri dari satu set soal uji penguasaan konsep suhu dan kalor. Satu set soal terdiri dari 15 soal pilihan ganda. Instrumen soal untuk *pre-test* dan *post-test* menggunakan set soal yang sama. Selanjutnya, instrumen soal divalidasi empiris oleh 69 siswa yang telah mempelajari materi suhu dan kalor. Karakteristik setiap butir soal yang mencakup nilai korelasi, daya beda, dan tingkat kesukaran, tersaji pada

Tabel 1. Berdasarkan hasil perhitungan nilai reliabilitas *Cronbach Alpha*, diperoleh nilai sebesar 0,679 yang artinya instrumen tes memiliki reliabilitas yang tinggi dan siap untuk digunakan dalam mengukur penguasaan konsep suhu dan kalor siswa (Taherdoost, 2016).

Data hasil *pre-test* dan *post-test* yang terkumpul selanjutnya dianalisis menggunakan analisis deskriptif statistik, uji-t (*paired sample t-test*), *n-gain*, dan *effect size*. Data hasil observasi digunakan

untuk menjelaskan alur kegiatan belajar-mengajar di kelas dengan dukungan data dokumentasi dan catatan lapangan dalam jurnal guru. Hasil kedua data kuantitatif dan kualitatif selanjutnya digunakan untuk melakukan pembahasan yang komprehensif terkait bagaimana *modeling instruction* mengantarkan siswa menguasai konsep suhu dan kalor serta aplikasinya. Data terkait pola perubahan jawaban siswa tentang beberapa konsep suhu dan kalor yang esensial dan terkait dengan aplikasinya dalam kompetensi

Tabel 1. Kisi-kisi Tes Penguasaan Konsep Suhu, Kalor, dan Aplikasinya

No.	Indikator Butir Soal	Korelasi	Daya Beda	Tingkat Kesukaran
1.	Mengonversi skala suhu hasil pengukuran suhu <i>processor</i> dari Fahrenheit ke Celsius	0,53	0,26	0,93
2.	Mengonversi nilai skala Celsius dalam skala Reamur	0,61	0,37	0,90
3.	Mengonversi skala suhu pengukuran sensor DHT11 pada skala Celsius menjadi Fahrenheit	0,68	0,42	0,87
4.	Menganalisis arah perpindahan kalor pada sistem dan lingkungan	0,34	0,53	0,55
5.	Menganalisis bahan <i>heatsink</i> terbaik pada kasus <i>over-heating</i> sistem komputer	0,68	0,53	0,83
6.	Menganalisis proses penyebab terjadinya <i>hang</i> pada komputer berdasarkan konsep suhu dan kalor	0,58	0,42	0,84
7.	Menganalisis hubungan antar-besaran yang memengaruhi kalor	0,13	0,16	0,39
8.	Menentukan jenis perpindahan kalor pada kasus perpindahan kalor dari <i>processor</i> ke <i>heatsink</i>	0,54	0,53	0,75
9.	Menentukan jenis perpindahan kalor pada kasus perpindahan kalor dari kipas pendingin keluar CPU	0,38	0,37	0,74
10.	Menentukan penyebab radiasi pada komputer yang menyebabkan panas yang terpancar	0,29	0,37	0,25
11.	Menganalisis bahan terbaik berdasarkan kalor jenis untuk <i>heatsink</i> komputer	0,55	0,74	0,38
12.	Menganalisis perpindahan kalor pada sistem CPU dan akibatnya terhadap komputer	0,07	0,21	0,38
13.	Menganalisis permasalahan yang menyebabkan komputer me- <i>restrart</i> sendiri berdasarkan konsep <i>troubleshooting</i> yang terkait dengan suhu dan kalor	0,58	0,42	0,81
14.	Menghitung kalor yang dapat ditransfer <i>heatsink</i> pada <i>processor</i>	0,29	0,26	0,29
15.	Memprediksi penerapan lain dari deteksi suhu pada lingkup yang lebih luas	0,53	0,74	0,42

keahlian dibahas dengan melibatkan data *cross-tabulasi* dan perbandingan persentase kebenaran jawaban siswa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh pembelajaran *modeling instruction* terhadap peningkatan kualitas penguasaan konsep suhu dan kalor serta aplikasinya dibahas dalam dua bagian penting pada artikel ini, yaitu secara kuantitatif berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test* dan secara kualitatif untuk mendukung data kuantitatif yang diperoleh. Oleh karena itu, bagian hasil dan pembahasan ini akan membahas dua bagian besar, yaitu peningkatan penguasaan konsep dan rangkaian pembelajaran serta pola perubahan penguasaan konsep yang terdeteksi sebagai dampak pemberian perlakuan pembelajaran *modeling instruction*.

### Peningkatan Penguasaan Konsep Suhu dan Kalor serta Aplikasinya

Data untuk mendeskripsikan bagaimana peningkatan penguasaan konsep siswa adalah data kuantitatif dari hasil *pre-test* dan *post-test*. Hasil uji deskriptif statistik data kuantitatif ini tersaji pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, tampak bahwa nilai minimum pada *pre-test* dan *post-test* memiliki selisih yang sangat jauh, yaitu sebesar 53, sedangkan pada nilai maksimum hanya berselisih 6. Dilihat dari nilai rata-rata, tampak bahwa nilai rata-rata *pre-test* masih belum memenuhi standar kriteria minimal (SKM) mata pelajaran fisika kategori C1, yaitu sebesar 60, sedangkan untuk *post-test* telah melampaui nilai SKM, yang artinya keseluruhan siswa telah mencapai SKM.

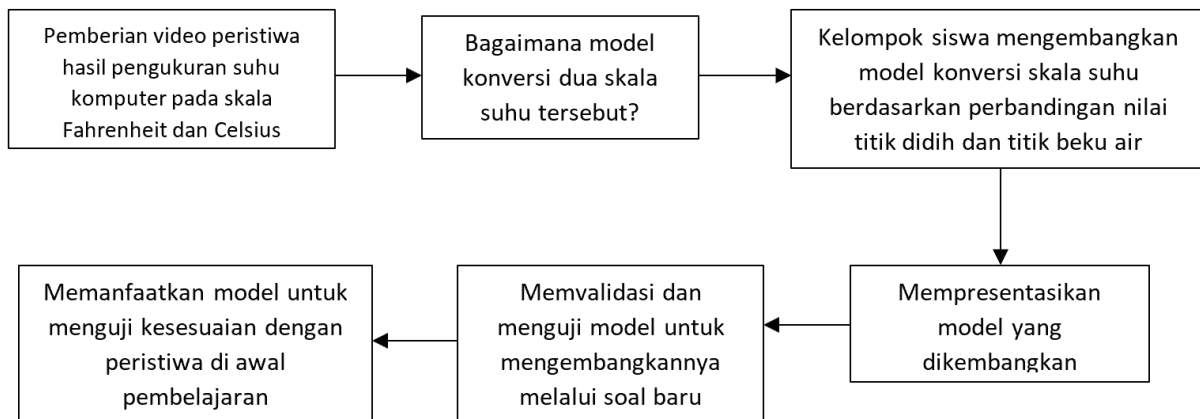
Tabel 2. Hasil Deskriptif Statistik Nilai Pre-test dan Post-test

Aspek	Pre-test	Post-test
N	34	34
Minimum	7	60
Maksimum	87	93
Rata-Rata	37	70
St. Dev.	21,15	10,6
Skewness	0,681	0,795

Pengujian adanya perbedaan atau tidak secara statistik antara *pre-test* dan *post-test* dilakukan menggunakan uji *paired sample t-test*. Penggunaan uji t secara langsung sesuai dengan rekomendasi dari Kim (2013) bahwa apabila nilai *skewness* berada di antara rentang -1 hingga +1 artinya data dapat dianggap parametrik dan dapat secara langsung menggunakan uji parametrik. Berdasarkan hasil uji t data *pre-test* dan *post-test*, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000 (*2-tailed*). Ini artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test*. Hal ini tampak dari besarnya selisih nilai rata-rata *pre-test* dan *post-test* sebesar 33. Dalam hal ini, nilai rata-rata *post-test* (70) lebih besar daripada nilai rata-rata *pre-test* (37).

Selanjutnya, untuk memperkuat adanya pengaruh pembelajaran *modeling instruction* dilakukan juga perhitungan *n-gain* dan *effect size*. Berdasarkan hasil perhitungan *n-gain*, diperoleh nilai rata-rata *n-gain* sebesar 0,49 (kategori medium) (Apriyani *et al.*, 2019). Pada perhitungan *effect size* diperoleh nilai sebesar 1,40 (kategori sangat tinggi) (Szucs dan Ioannidis, 2017). Hasil perhitungan *n-gain* dan *effect size* tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran *modeling instruction* dapat meningkat secara medium dengan efek yang sangat tinggi/kuat terhadap penguasaan konsep suhu dan kalor serta aplikasinya.

Hasil penelitian ini, yang menunjukkan bahwa *modeling instruction* berpengaruh positif terhadap peningkatan penguasaan konsep suhu dan kalor serta aplikasinya, mendukung beberapa penelitian terdahulu. Penelitian oleh Mustofa *et al.* (2019) menunjukkan bahwa *modeling instruction* dapat meningkatkan penguasaan konsep sistem dan model sistem materi energi. Selain itu, *modeling instruction* dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa dalam konsep usaha dan energi (Indriyani *et al.*, 2018)



Gambar 1. Rangkaian Kegiatan Belajar Materi Konversi Suhu

### Rangkaian Pembelajaran *Modeling Instruction*

Rangkaian pembelajaran *modeling instruction* yang dilakukan secara umum mencakup dua tahap, yaitu *model development* dan *model deployment*. Pada tahap *model development* ini, siswa dibelajarkan untuk membuat suatu model dalam memecahkan masalah dan menemukan konsep penting untuk mengatasi masalah yang diberikan. Selanjutnya, hasil pemodelan tersebut divalidasi dan digunakan untuk menyelesaikan masalah baru yang belum terjawab pada *model deployment*. Detail dari proses pembelajaran *modeling instruction* pada materi suhu dan kalor serta aplikasinya disajikan secara sistematis.

#### 1. Pembelajaran *Modeling Instruction* pada Materi Suhu dan Konversinya

Fokus dalam rangkaian pembelajaran ini adalah memfasilitasi siswa untuk: 1) memahami skala suhu (Fahrenheit, Celsius, Kelvin, dan Reamur) berdasarkan nilai titik didih dan titik beku air; dan 2) menemukan hubungan antar-skala suhu untuk konversi nilai. Rangkaian pembelajaran *modeling instruction* pada materi suhu dan konversinya tersaji pada Gambar 1.

Pembelajaran dimulai dengan memberikan peristiwa hasil pengukuran HW Monitor terhadap besarnya suhu komputer pada skala *Fahrenheit* dan *Celsius* yang memiliki nilai berbeda. Selanjutnya, siswa difasilitasi untuk mengonfirmasi

kebenaran hasil pengukuran tersebut dengan mengonversi nilai keduanya ke nilai masing-masing. Kelompok siswa dibagi menjadi beberapa kelompok dengan jumlah siswa per kelompok sebanyak 4–5 siswa. Mereka diminta membuat model konversi berdasarkan nilai perbandingan titik didih dan titik beku air pada skala masing-masing. Setiap kelompok membuat model konversi dan mempresentasikannya di depan kelas.

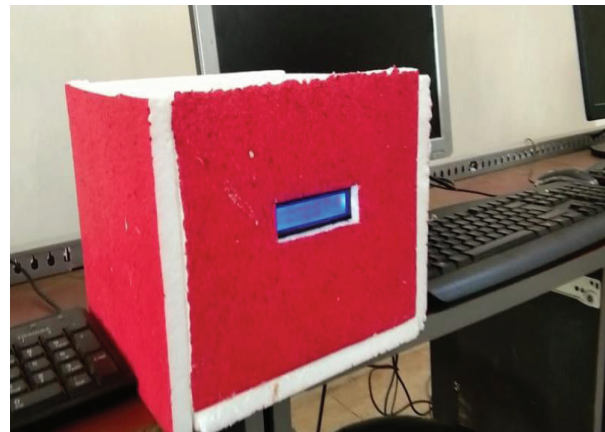
Model konversi skala suhu selanjutnya divalidasi, diuji, dan dikembangkan bersama guru di depan kelas. Salah satu bentuk model konversi adalah sebagaimana ditampilkan dalam Gambar 2. Model yang telah divalidasi dan dikembangkan bersama selanjutnya digunakan untuk menjawab masalah yang diberikan di depan kelas. Selain itu, model tersebut juga digunakan untuk mengonfirmasi masalah pengukuran suhu Fahrenheit dan Celsius di awal pembelajaran.

Skala	Perbandingan	Nilai Beku	Titik Didih
Celsius	$\times 5$	+ 0	- 100
Reamur	$\times 4$	+ 0	- 80
Kelvin	$\times 273$	+ 273	-
Fahrenheit	$\times 9$	+ 32	- 212

Gambar 2. Model Konversi Skala Suhu

Melalui rangkaian pembelajaran ini, siswa sangat antusias untuk mengembangkan model konversi yang mudah dan tidak ribet. Partisipasi siswa dalam pemodelan, validasi, dan penerapan model merupakan rangkaian praktik ilmiah autentik yang mengembangkan pemahaman saintifik siswa (Brewer dan Sawtelle, 2018).

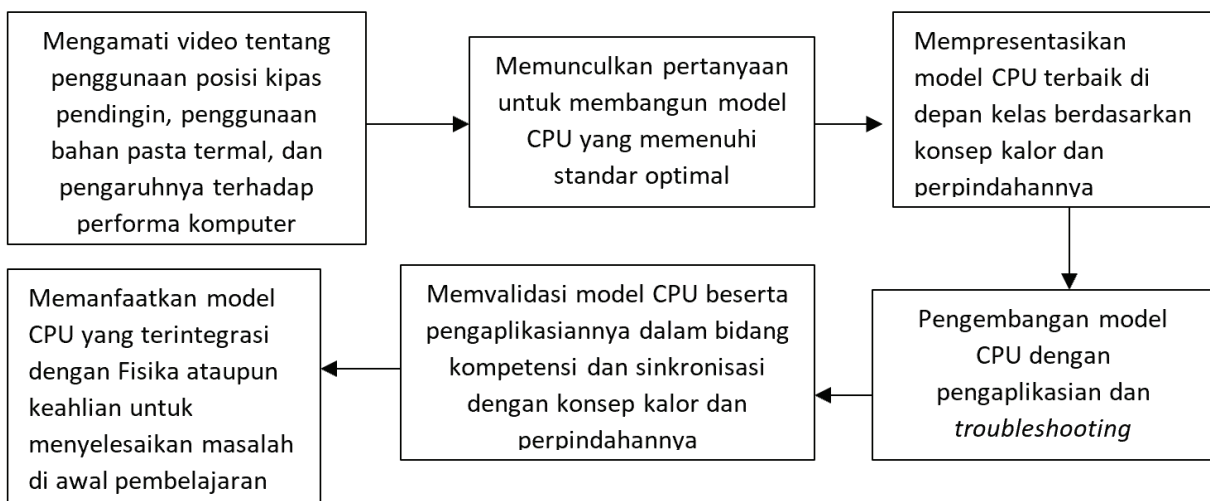
Setelah siswa berhasil membuat model yang memudahkan mereka mengonversi skala suhu, siswa mendapatkan tugas proyek untuk memodelkan alat pendeteksi suhu ruangan. Mereka mengembangkan alat pendeteksi suhu berbasis Arduino UNO dan sensor DHT11 sebagai produk yang linear dengan bidang keahlian yang mereka tekuni, yaitu informatika (Hardianti *et al.*, 2019). Salah satu produk proyek yang telah berhasil adalah sebagaimana ditampilkan dalam Gambar 3. Selain dapat mengukur suhu, produk yang dibuat kelompok siswa juga dapat mengukur kelembapan ruang sehingga sangat bermanfaat untuk mengetahui kondisi temperatur dan kelembapan baik ruang maupun komputer. Dalam pembuatannya, siswa diharuskan mengintegrasikan konsep suhu, pemrograman dasar, dan rangkaian kelistrikan.



Gambar 3. Produk Deteksi Suhu dan Kelembapan

## 2. Rangkaian Pembelajaran Kalor, Perpindahan Kalor, dan Aplikasinya

Fokus pembelajaran kalor, perpindahan kalor, dan aplikasinya adalah: 1) memahami berbagai besaran yang memengaruhi besarnya kalor dan dampaknya; 2) menguasai analisis proses perpindahan kalor beserta perhitungannya; dan 3) mengaplikasikan konsep perpindahan kalor dalam komputer untuk mendukung kompetensi keahliannya. Dalam pembelajaran topik ini, dilakukan kolaborasi dengan guru produktif Teknik Komputer dan Jaringan dalam hal memperkuat pemahaman siswa agar terintegrasi dengan fisika pada fokus tujuan ketiga. Rangkaian pembelajaran tersaji dalam Gambar 4.



Gambar 4. Alur Pembelajaran Kalor, Perpindahannya, dan Aplikasinya

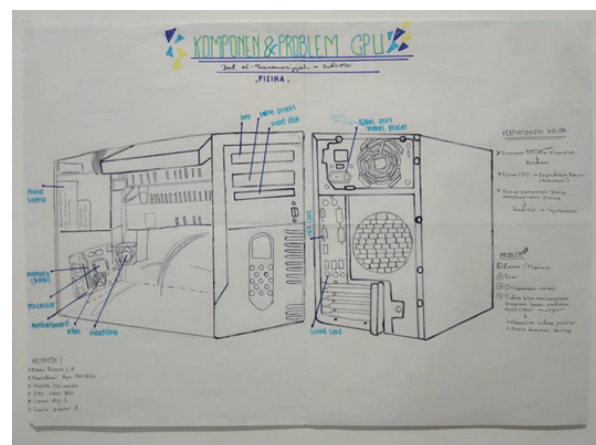
Subtopik kalor dan perpindahannya ini diselesaikan dalam dua kali pertemuan. Pembelajaran diawali dengan memberikan video tentang sistem pendingin komputer CPU yang meliputi penggunaan kipas angin dengan jumlah berbeda-beda, pemanfaatan pasta termal dengan berbagai bahan/merek, dan pengaruhnya terhadap performa komputer (suhu *processor* dan ruang dalam CPU). Selanjutnya, siswa diminta untuk membuat penjelasan dengan pemodelan CPU yang terbaik berdasarkan konsep-konsep kalor dan perpindahannya. Dilanjutkan dengan presentasi hasil pemodelannya di depan kelas untuk dijadikan bahan diskusi kelas. Bersama dalam diskusi kelas, guru mulai mempertegas konsep dasar kalor dan perpindahannya.

Kegiatan dilanjutkan dengan melibatkan guru produktif TKJ dalam hal perakitan komputer dan penjelasannya yang terintegrasi dengan konsep kalor. Termasuk di dalamnya penjelasan mengenai dampak dan cara menyelesaikan masalah (*troubleshooting*) dalam komputer yang berhubungan dengan komponen sistem pendingin. Setelah diberikan penjelasan tersebut, siswa memperbaiki model CPU yang sudah terintegrasi secara konsep dan praktik. Salah satu model CPU hasil kelompok tersaji pada Gambar 5. Pada model tersebut, siswa menjelaskan bagaimana perpindahan kalor yang terjadi pada setiap komponen CPU, yaitu perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Model tersebut juga menjelaskan bagaimana dampak ketidakpresisian pemasangan komponen terhadap masalah-masalah dalam pengoperasian komputer.

Setelah model yang terakhir dikembangkan dan divalidasi bersama guru dengan penegasan konsep-konsep penting, siswa memanfaatkan model untuk menjelaskan masalah yang terjadi pada awal pembelajaran. Siswa menjelaskan bahwa pemilihan bahan *pasta thermal* harus disesuaikan dengan nilai kalor jenis bahan

karena berkaitan dengan seberapa besar kalor yang dapat dipindahkan ke *heatsink*. Selanjutnya, pemasangan kipas perlu memperhatikan sifat dari udara panas yang memiliki massa jenis lebih rendah daripada udara dingin sehingga pemasangan kipas haruslah di bagian atas CPU.

Melalui rangkaian pembelajaran ini, siswa benar-benar diantarkan untuk menguasai tidak hanya konsep, tetapi juga keterampilan. Hal ini terlihat dari proses belajar yang dialami siswa dari membangun model, mengembangkan model berdasarkan konsep fisika yang terintegrasi dengan kompetensi keahlian, pengujian model, dan pemanfaatannya. Tentunya kegiatan belajar ini telah mengubah pemikiran yang ada dalam diri siswa untuk berkembang. Hal ini sesuai dengan teori perkembangan kognitif yang menyebutkan bahwa melalui pembelajaran yang memberi masalah baru yang belum dikenali oleh skemata, proses akomodasi akan terjadi dan menghasilkan keseimbangan baru (Arends, 2012). Keseimbangan baru yang terbentuk pada otak siswa tidak berlangsung dengan mudah. Siswa harus terlibat aktif dalam pembelajaran untuk membangun model dan menggunakannya untuk memecahkan masalah yang diberikan. Melalui rangkaian pembelajaran ini, terbukti penguasaan konsep siswa makin baik.



Gambar 5. Model CPU yang Terintegrasi dengan Konsep Suhu dan Kalor



## Perubahan Penguasaan Konsep Siswa melalui Modeling Instruction

Mengetahui berbagai perubahan pemahaman siswa terkait konsep-konsep materi suhu dan kalor merupakan hal penting untuk melihat seberapa besar pengaruh pembelajaran. Rangkaian pembelajaran *modeling instruction* yang dilakukan telah mengubah pemahaman siswa terkait beberapa konsep suhu dan kalor yang sebelumnya tidak dikuasai mereka dengan baik. Berikut ini beberapa konsep penting yang mengalami perubahan melalui pembelajaran *modeling instruction*.

### 1. Suhu dan Konversinya

Pemahaman tentang suhu dan konversinya dalam skala yang sesuai merupakan hal penting. Hal ini berangkat dari fakta bahwa satuan suhu yang digunakan dalam komputer umumnya adalah skala *Celsius* dan *Fahrenheit* sehingga menguasai konversi menjadi penting untuk memastikan bahwa standar batas maksimum suhu suatu komponen dapat diamati siswa secara tepat. Perbandingan hasil *pre-test* dan *post-test* untuk soal nomor 1—3 tersaji pada Tabel 3. Tampak bahwa pada saat *pre-test* hanya sedikit siswa yang berhasil menjawab benar untuk butir soal konversi nilai suhu, yaitu rata-rata 32,9% saja. Selanjutnya, setelah diberikan pembelajaran *modeling instruction* dengan rangkaiannya, terjadi perubahan yang besar, yaitu 100,0% siswa berhasil menjawab dengan benar untuk soal konversi suhu.

Tabel 3. Perbandingan Pre-test dan Post-test Konversi Suhu

Butir Soal Nomor	Pretest (% siswa yang benar)	Posttest (% siswa yang benar)
1.	32,4	100,0
2.	37,1	100,0
3.	29,4	100,0

### 2. Jenis Perpindahan Kalor dan Dampaknya

Butir soal untuk mengakses pemahaman siswa terkait perpindahan kalor dan dampaknya adalah butir soal nomor 8, 9, dan 12. Agar berhasil menjawab soal ini, siswa harus menguasai jenis-jenis perpindahan kalor dan karakteristiknya serta analisis dampaknya. Melalui *modeling instruction*, terjadi perubahan pemahaman menjadi lebih baik pada diri siswa. Tabel 4 menunjukkan hasil perbandingan *pre-test* dan *post-test* terkait perpindahan kalor dan dampaknya. Berdasarkan Tabel 4, tampak bahwa secara keseluruhan terjadi peningkatan pemahaman siswa terkait perpindahan kalor, yaitu dari *pre-test* sebesar 35,3% menjadi 68,6% pada saat *post-test*. Hasil ini juga menunjukkan bahwa setelah pembelajaran *modeling instruction*, sebagian besar siswa mampu menguasai jenis perpindahan kalor yang sistematis di dalam komputer. Melalui pemahaman konsep perpindahan kalor di dalam komputer, siswa juga memahami konsep perpindahan kalor baik secara teori maupun praktik di bidang komputer.

Tabel 4. Perbandingan Pre-test dan Post-test Perpindahan Kalor

Butir Soal Nomor	Pretest (% siswa yang benar)	Posttest (% siswa yang benar)
8.	44,1	85,3
9.	35,3	79,4
12.	26,5	41,2

### 3. Kalor Jenis Bahan *Heatsink*

Butir soal untuk mengakses pemahaman siswa tentang pemilihan bahan berdasarkan kalor jenis logam adalah butir soal nomor 11. Agar berhasil menjawab butir soal ini, siswa diharuskan menguasai: 1) konsep dasar kalor  $Q = m.c.\Delta T$ ; 2) dasar sistem *heatsink* sebagai media pemindah kalor; 3) hubungan antara  $c$  dengan  $\Delta T$ ; dan 4) makin kecil nilai

kalor jenis bahan *heatsink*, makin baik untuk menjaga suhu *processor* stabil. Hasil analisis untuk butir soal ini saat *pre-test* dan *post-test* dengan analisis *cross-tabulasi* tersaji dalam Tabel 5.

Tabel 5. *Cross-tabulasi* Soal Nomor 11

Kategori	Posttest			Total
	B	C*	D	
Pretest				
A	0	6	4	10
B	0	4	8	12
C*	1	3	4	8
D	0	2	2	4
Total	1	15	18	34

\*kunci jawaban

Berdasarkan Tabel 5, tampak bahwa jumlah siswa yang memilih jawaban benar C mengalami peningkatan dari 8 (23,5%) menjadi 15 (44,1%). Ini menunjukkan bahwa meskipun melalui pembelajaran *modeling instruction*, jumlah siswa yang menjawab benar terkait butir soal ini meningkat, tetapi masih berada di bawah standar minimal. Hal ini disebabkan siswa belum menguasai secara seutuhnya tentang persamaan kalor dan makna fisisnya.

#### 4. *Troubleshooting* Sistem Pendingin Berdasarkan Konsep Kalor

Butir soal untuk mengakses penguasaan siswa terkait *troubleshooting* dalam bagian sistem pendingin pada CPU tersaji pada butir soal nomor 13. Agar berhasil menjawab soal ini, siswa diharuskan memahami dampak yang terjadi jika pemasangan berbagai komponen pendingin tidak presisi. Berdasarkan hasil analisis data persentase, diperoleh bahwa saat *pre-test* hanya 13 siswa (44,1%) yang berhasil menjawab soal ini. Setelah pembelajaran, yaitu saat *post-test*, jumlah siswa yang berhasil menjawab naik menjadi 33 siswa (97,1%). Ini menunjukkan bahwa melalui pemodelan CPU dan analisis terintegrasi dengan mata pelajaran kejuruan beserta praktiknya, siswa lebih memahaminya.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa *modeling instruction* berpengaruh positif dalam mengantarkan siswa menguasai konsep suhu dan kalor serta aplikasinya dengan *n-gain* sebesar 0,49 (kategori medium) dan *effect size* sebesar 1,04 (kategori sangat tinggi/kuat). Melalui *modeling instruction*, siswa terfasilitasi untuk menciptakan model konversi suhu, deteksi suhu dan kelembapan, dan model CPU berkonsep kalor dan perpindahannya. Peningkatan signifikan tampak pada kemampuan siswa mengonversi suhu, menganalisis perpindahan kalor, dan *troubleshooting* sistem pendingin CPU yang bermasalah.

### Saran

Perlu peningkatan secara lebih optimal, khususnya dalam analisis bahan yang sesuai dengan komponen-komponen sistem pendingin CPU yang berkaitan dengan kalor jenis bahan. Perlu penelitian lebih lanjut untuk diterapkan pada materi-materi IPA yang terintegrasi dengan kompetensi keahlian yang lain.

## PUSTAKA ACUAN

- Apriyani, T.D., Fadiawati, N., dan Syamsuri, M.M.F. (2019). "The Effectiveness of Problem-Based Learning on the Hoax Informations to Improve Students' Critical Thinking Skills (Related to Some Foods and Beverages)". *International Journal of Chemistry Education Research*. 3(1), 15–22. <https://doi.org/10.20885/ijcer.vol3.iss1.art3>.
- Arends, R. (2012). *Learning to Teach* (9th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Brewe, E., dan Sawtelle, V. (2018). "Modelling Instruction for University Physics: Examining the Theory in Practice". *European Journal of Physics*. 39(5), 054001. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aac236>.

- Dukerich, Larry (2015). "Applying Modeling Instruction to High School Chemistry to Improve Students' Conceptual Understanding". *Journal of Chemical Education*. 92(8), 1315–1319. doi:10.1021/ed500909w.
- Hardianti, D., Rizki, M., dan Yanti, F. (2019). "Penggunaan Dht11 dan Arduino Uno sebagai Pendeteksi Suhu pada Laptop". *Relativitas: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*. 1(2), 38. <https://doi.org/10.29103/relativitas.v1i2.1463>.
- Indriyani, F., Siswanto, J., dan Khoiri, N. (2018). "Pengaruh Modeling Instruction terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika pada Materi Usaha dan Energi Siswa Kelas X MIPA SMA Muhammadiyah Mayong, Jepara". *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*. 9(1), 40. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v9i1.2314>.
- Jenkin, J., Howard, E., dan Department of Technology, Valvoline Inc., Lexington, Kentucky. (2019). "Implementation of Modeling Instruction in a High School Chemistry Unit on Energy and States of Matter". *Science Education International*. 30(2). <https://doi.org/10.33828/sei.v30.i2.3>.
- Kim, H.-Y. (2013). "Statistical Notes for Clinical Researchers: Assessing Normal Distribution (2) Using Skewness and Kurtosis". *Restorative Dentistry & Endodontics*. 38(1), 52. <https://doi.org/10.5395/rde.2013.38.1.52>.
- Mustofa, Z. (2020). "Evaluasi Penyelenggaraan Ujian Semester Berbasis Komputer (USBK) Menggunakan Model CIPP". *Jurnal Teknodik*. 2, 15. <https://doi.org/10.32550/teknodik.v0i2.519>.
- Mustofa, Z., Sutopo, S., Mufti, N., dan Asmichatin, A. (2019). "The Impact of Modeling Instruction Based on System Toward Work-Energy Concept Understanding". *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*. 5(2), 145–154. <https://doi.org/10.21009/1.0520>.
- Stammen, A., Malone, K., dan Irving, K. (2018). "Effects of Modeling Instruction Professional Development on Biology Teachers' Scientific Reasoning Skills". *Education Sciences*. 8(3), 119. <https://doi.org/10.3390/educsci8030119>.
- Szucs, D., dan Ioannidis, J.P.A. (2017). "Empirical Assessment of Published Effect Sizes and Power in the Recent Cognitive Neuroscience and Psychology Literature". *PLOS Biology*. 15(3), e2000797. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2000797>.
- Taherdoost, Hamed. (2016). "Validity and Reliability of the Research Instrument; How to Test the Validation of a Questionnaire/Survey in a Research". Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3205040> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3205040>.

