

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 *Adapting, Searching, Interpreting, Creating and Communicating* (ASICC)

Model ASICC merupakan akronim dari *Adapting, Searching, Interpreting, Creating and Communicating*. Model pembelajaran ini dikembangkan oleh Agus Muji Santoso dan Poppy Rahmatika Primandiri yang secara resmi disahkan oleh Direktorat Kekayaan Intelektual di Kediri pada tahun 2019. Model ASICC menggunakan pendekatan yang dirancang untuk pengembangan kemampuan peserta didik dalam menghadapi berbagai tantangan pembelajaran di abad 21. Model pembelajaran ASICC merupakan pendekatan inovatif yang berfokus pada pemberian ruang bagi peserta didik untuk mengembangkan pemahaman mereka sendiri melalui aktivitas pembelajaran dalam kelompok (Santoso et al., 2022).

Model pembelajaran ASICC memiliki beberapa tahapan utama, diantaranya: 1) *Adapting*, yaitu peserta didik menganalisis secara kritis stimulus yang diberikan serta melakukan refleksi untuk melanjutkan pembelajaran; 2) *Searching*, yaitu tahapan dimana peserta didik mencari informasi dari berbagai sumber; 3) *Interpreting*, yaitu peserta didik melakukan *sharing task* secara individu dan *jumping task* secara kolaboratif (berkelompok); 4) *Creating & Communicating*, yaitu peserta didik secara bersama-sama menghasilkan berbagai bentuk produk secara kolaboratif, kemudian membagikannya untuk memperoleh umpan balik (Santoso & Primandiri, 2019). Berdasarkan tahapan-tahapan tersebut, model ASICC menciptakan suasana pembelajaran yang mendukung keterampilan berpikir tingkat tinggi, seperti berpikir kritis, berpikir kreatif, serta kemampuan pemecahan masalah. Di samping itu, model ini ASICC juga mendorong keterampilan kolaborasi dan komunikasi peserta didik.

Dalam pembelajaran ASICC, peran guru sangat penting dalam mendukung perkembangan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Sebagai fasilitator, guru membantu peserta didik menganalisis masalah secara kritis

(*Adapting*) dan mencari informasi dari berbagai sumber (*Searching*), yang merangsang pemikiran kreatif. Guru juga mendorong kolaborasi antar peserta didik pada tahap *Interpreting*, yang mampu meningkatkan keterampilan berpikir bersama dan berbagi ide. Selain itu, guru memberikan umpan balik pada hasil karya peserta didik (*Creating and Communicating*), yang mendorong pengembangan ide kreatif lebih lanjut. Dengan membangun lingkungan belajar yang kondusif serta memberi arahan yang terstruktur, guru dapat membimbing peserta didik dalam mengasah keterampilan berpikir kritis dan kreatif yang penting dalam menghadapi tantangan di abad 21.

Menurut Santoso et al. (2021), model ASICC berbasis konstruktivisme, dimana peserta didik membangun pemahaman melalui interaksi sosial dalam kelompok. Pembelajaran ini terstruktur, memfasilitasi kerja sama aktif antar anggota kelompok, serta menumbuhkan rasa tanggung jawab. Jika peserta didik belum memahami konsep, mereka bersama-sama mencari solusi, sehingga model ini bukan hanya memperkuat pemahaman konsep, tetapi juga mengembangkan keterampilan dan aspek emosional peserta didik.

Berdasarkan berbagai pendapat yang telah dikemukakan, dapat ditarik kesimpulan bahwa model ASICC merupakan pendekatan inovatif yang efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Melalui tahapan *Adapting, Searching, Interpreting, Creating and Communicating*, model ini mendorong peserta didik untuk berpikir kritis, mencari informasi secara mandiri, serta berkolaborasi dalam menghasilkan dan mengomunikasikan ide. Selain itu, peran guru sebagai fasilitator membantu menciptakan lingkungan belajar yang mendukung kreativitas, kerja sama, dan refleksi mendalam. Karena berbasis konstruktivisme, model ASICC tidak hanya memperkuat pemahaman konsep, tetapi juga menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang sangat dibutuhkan dalam menghadapi tantangan abad 21.

Model ASICC memiliki tahapan pembelajaran yang disajikan dalam Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Langkah-Langkah Model Pembelajaran ASICC

No	Tahapan	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik
1	<i>Adapting</i>	Guru menyajikan stimulus kontekstual berupa media riil/gambar/video, lalu mengaitkannya dengan kompetensi yang harus dipenuhi peserta didik.	Peserta didik mencermati stimulus kontekstual yang disajikan dan menuliskan analisis kritisnya di LKPD untuk melakukan <i>self-reflection</i> .
2	<i>Searching</i>	Guru memandu peserta didik membentuk kelompok (4 orang heterogen kemampuan akademiknya) untuk mengumpulkan informasi kunci baik secara telaah pustaka maupun pengamatan.	Peserta didik mengumpulkan dan menuliskan informasi kunci dari telaah pustaka maupun hasil pengamatan di LKPD.
3	<i>Interpreting</i>	Guru memandu peserta didik untuk mengerjakan <i>sharing task</i> dan <i>jumping task</i> .	Peserta didik menyelesaikan <i>sharing task</i> secara individu dan <i>jumping task</i> secara kolaboratif di LKPD masing-masing.
4	<i>Creating & communicating</i>	Guru memandu peserta didik untuk menyusun produk secara berkelompok (peta pikiran, poster, laporan pengamatan/ praktikum), menginstruksikan peserta didik untuk mengkomunikasikan hasil produk dengan rekan sejawat, kemudian memberikan umpan balik (evaluasi, saran, atau masukan) terhadap produk yang dihasilkan peserta didik.	Peserta didik menyusun produk secara berkelompok dan mengkomunikasikannya untuk saling memberikan umpan balik.

2.1.2 PhET Simulation

PhET (Physics Education Technology) merupakan media pembelajaran berbasis simulasi interaktif yang dikembangkan oleh University of Colorado. Menurut Wang et al. (2022), *PhET Simulation* menyediakan berbagai simulasi sains

yang dapat diakses secara daring dan disusun untuk membantu peserta didik memperoleh pemahaman konsep-konsep fisika, kimia, biologi, dan matematika melalui visualisasi yang dinamis dan eksperimen virtual. Simulasi ini memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk mengeksplorasi konsep baik secara mandiri maupun kolaboratif, sehingga peserta didik dapat terlibat secara aktif dan mampu memahami lebih dalam terkait materi yang bersifat abstrak.

Penggunaan *PhET Simulation* mendukung pendekatan pembelajaran konstruktivis karena peserta didik membangun sendiri pemahaman melalui eksplorasi dan manipulasi variabel dalam simulasi (Mutlu-Bayraktar & Tüysüz, 2021). Tentunya hal ini sangat relevan dalam pembelajaran fisika, khususnya pada topik-topik yang sulit diamati secara langsung, seperti efek rumah kaca. Visualisasi interaktif pada *PhET* memungkinkan peserta didik melihat hubungan sebab-akibat antar variabel, serta mengembangkan keterampilan ilmiah seperti mengamati, menyimpulkan, dan memprediksi.

Sejumlah penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa *PhET Simulation* efektif dalam memperkuat keterampilan berpikir tingkat tinggi, salah satunya keterampilan berpikir kreatif. Miftachul Huda et al. (2022) mengemukakan bahwa integrasi *PhET* pada pembelajaran fisika, khususnya materi Pemanasan Global, mampu meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep efek rumah kaca serta menumbuhkan minat dan rasa ingin tahu melalui simulasi berbasis eksperimen. Demikian pula, penelitian Sahin & Yilmaz (2023), memperlihatkan bahwa penggunaan *PhET* mampu menguatkan motivasi belajar, pencapaian hasil belajar, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna. Selain itu, *PhET* juga berperan penting dalam menstimulasi kreativitas peserta didik, sebagaimana yang ditegaskan oleh Lestari & Marpaung (2020), bahwa dengan memberikan kesempatan eksplorasi yang fleksibel, peserta didik terdorong untuk merancang solusi kreatif, menyusun hipotesis, dan menjelaskan fenomena fisika dengan cara yang lebih personal dan original.

Dalam konteks pembelajaran ASICC, *PhET Simulation* dapat digunakan pada berbagai tahapan pembelajaran, dari mulai *adapting* hingga *creating & communicating*. Dengan demikian, *PhET* tidak hanya mendukung pemahaman

konseptual, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan keterampilan berpikir kreatif melalui pengalaman belajar yang eksploratif dan berbasis inkuiri (Wang et al., 2022).

Berdasarkan berbagai temuan tersebut, *PhET Simulation* dapat dianggap sebagai media pembelajaran yang efektif dan fleksibel untuk menguatkan keterampilan abad 21, seperti berpikir kritis, berpikir kreatif, dan kolaborasi. Pengintegrasian *PhET* dalam model ASICC menjadi salah satu strategi pembelajaran potensial untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika.

2.1.3 Keterampilan Berpikir Kreatif

Salah satu keterampilan penting yang harus dikuasai peserta didik di abad 21 adalah keterampilan berpikir kreatif. Keterampilan berpikir kreatif merupakan kemampuan untuk berpikir di luar batasan konvensional, menemukan solusi baru, dan menciptakan ide-ide inovatif. Menurut Torrance (1974), berpikir kreatif dapat dilihat dari empat aspek utama, yaitu *fluency* (kelancaran dalam menghasilkan ide), *flexibility* (kemampuan untuk berpindah antara ide yang tidak sama), *originality* (kemampuan menghasilkan gagasan unik), dan *elaboration* (kemampuan mengembangkan ide/gagasan lebih rinci).

Di era modern ini, keterampilan berpikir kreatif menjadi sangat penting karena semakin kompetitifnya dunia kerja yang menuntut individu untuk mampu berpikir secara kritis dan inovatif (Runco, 2012). Selain itu, kemampuan ini juga berguna dalam kehidupan sehari-hari, dimana seseorang perlu mengambil keputusan yang tepat dan kreatif ketika menghadapi masalah.

Keterampilan berpikir kreatif memiliki beberapa indikator yang dijelaskan pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif Kreatif yang Akan Diteliti

Indikator Berpikir Kreatif	Indikator
<i>Fluency</i> (Kelancaran)	Peserta didik mampu menghasilkan berbagai ide, jawaban, solusi, dan pertanyaan dengan cepat dan tanpa hambatan.
<i>Flexibility</i> (Keluwesasan)	Peserta didik mampu mengemukakan beragam interpretasi cerita, gambar, atau permasalahan yang diberikan.

Indikator Berpikir Kreatif	Indikator
<i>Originality</i> (Keaslian)	Peserta didik bisa menciptakan pernyataan yang orisinal dan inovatif.
<i>Elaboration</i> (Keterperincian)	Peserta didik mampu menggali makna yang lebih dalam dari solusi yang diberikan.

Setiap indikator dalam keterampilan berpikir kreatif memiliki bentuk penerapan yang spesifik dalam kegiatan pembelajaran, terutama pada materi pemanasan global. Indikator *fluency* terlihat dari kemampuan dalam mengemukakan berbagai ide mengenai faktor-faktor yang menjadi sebab pemanasan global, seperti pembakaran bahan bakar fosil, penebangan hutan, dan penggunaan energi listrik berlebihan. Indikator ini diukur melalui soal yang meminta peserta didik mengidentifikasi penyebab dan upaya penanggulangan pemanasan global secara terbuka dan seluas mungkin. Indikator *flexibility* terlihat ketika peserta didik mampu mengemukakan berbagai alternatif solusi dari sudut pandang berbeda, misalnya pendekatan teknologi, edukasi lingkungan, atau perubahan gaya hidup. Soal yang menguji indikator ini meminta peserta didik menjelaskan cara menurunkan emisi gas rumah kaca serta menganalisis dampaknya terhadap berbagai sektor, seperti pertanian, kesehatan, atau iklim. Indikator *originality* terlihat ketika peserta didik merancang solusi kreatif dan tidak biasa, seperti menciptakan alat sederhana yang memanfaatkan energi terbarukan. Hal ini diukur melalui soal yang menantang peserta didik untuk memberi solusi pelestarian hutan atau cara mengurangi dampak sampah yang inovatif. Indikator yang terakhir *elaboration*, ditunjukkan melalui kemampuan peserta didik dalam menjelaskan atau merinci solusi yang mereka usulkan, misalnya menjelaskan teknologi alternatif untuk mengurangi penggunaan energi listrik. Keempat indikator tersebut tidak hanya menggambarkan kemampuan berpikir kreatif secara umum, tetapi juga memberikan gambaran nyata bagaimana kreativitas ilmiah dapat dikembangkan dalam konteks isu lingkungan global yang aktual.

2.1.4 Kaitan Model Pembelajaran ASICC Berbantuan *PhET Simulation* terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif

Model ASICC adalah pendekatan inovatif yang dirancang untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Model ASICC menekankan pada proses konstruktivisme, dimana peserta didik menyusun sendiri pemahamannya melalui interaksi sosial dan pengalaman belajar yang menantang. Salah satu bentuk pengalaman belajar yang mendukung model ini adalah penggunaan *PhET Simulation* sebagai media interaktif berbasis sains. Simulasi ini memberikan visualisasi konsep-konsep fisika yang abstrak, seperti efek rumah kaca dan perpindahan energi, secara konkret dan dapat dieksplorasi langsung oleh peserta didik.

Dalam model ASICC, peserta didik bukan sekedar sebagai penerima informasi secara pasif, melainkan juga berperan dalam menemukan, mengolah, serta mengkomunikasikan ide-ide baru. *PhET Simulation* memperkuat proses ini dengan menyiapkan lingkungan belajar berbasis eksplorasi yang mendorong peserta didik melakukan percobaan, menguji asumsi, dan memahami hubungan antar konsep secara mandiri maupun kolaboratif. Keterampilan berpikir kreatif yang mencakup *fluency* (kelancaran berpikir), *flexibility* (keluwesan berpikir), *originality* (orisinalitas berpikir), dan *elaboration* (kemampuan mengelaborasi ide) berkembang secara optimal melalui tahapan-tahapan yang ada dalam model ini dan didukung oleh media visual interaktif seperti *PhET Simulation*.

Pada tahap *adapting*, peserta didik dilatih untuk menganalisis stimulus atau permasalahan yang diberikan secara kritis. Dalam proses ini, peserta didik melakukan refleksi diri untuk memahami situasi yang dihadapi serta mencari pendekatan terbaik dalam menyelesaikan permasalahan. Kemampuan berpikir luwes (*flexibility*) dikembangkan di tahap ini, karena peserta didik dituntut untuk mampu melihat permasalahan dari beberapa perspektif.

Tahap berikutnya adalah *Searching*, menuntun peserta didik untuk mencari informasi dari berbagai sumber yang relevan. Aktivitas ini melatih keterampilan berpikir kreatif dengan meningkatkan kelancaran berpikir (*fluency*), karena peserta didik harus mampu menghubungkan berbagai ide dan menemukan

berbagai kemungkinan jawaban. Tahap ini didukung melalui penggunaan *PhET Simulation* untuk mengamati pengaruh konsentrasi gas rumah kaca terhadap suhu bumi. Melalui simulasi interaktif ini, peserta didik memperoleh data pengamatan yang mendukung proses pencarian informasi secara lebih mendalam, sekaligus memperkuat *elaboration* dalam memahami keterkaitan antar variabel.

Dalam tahap *interpreting*, peserta didik terlibat dalam *sharing task* secara individu dan *jumping task* secara kolaboratif. Melalui diskusi dan pertukaran ide dengan teman sebaya, peserta didik memiliki kesempatan untuk mengembangkan pemahaman mereka secara lebih luas. Hasil eksperimen dari *PhET* yang sebelumnya dilakukan kemudian menjadi bahan diskusi dan analisis. Peserta didik menginterpretasikan data suhu dan karakteristik gas rumah kaca, serta menarik kesimpulan berdasarkan pola yang diamati. Tahap ini berperan dalam meningkatkan *flexibility dan elaboration*, karena peserta didik harus menerima berbagai sudut pandang serta mengembangkan penjelasan yang logis dan terstruktur.

Pada tahap *creating and communicating*, peserta didik menghasilkan berbagai bentuk produk atau solusi kreatif yang kemudian dikomunikasikan kepada orang lain. Tahap ini berperan penting dalam pengembangan *originality* (orisinalitas berpikir), karena peserta didik didorong untuk menciptakan ide-ide baru yang unik dan inovatif. Selain itu, komunikasi yang dilakukan dalam tahap ini juga melatih peserta didik dalam menyampaikan gagasan mereka dengan lebih jelas dan efektif.

Secara keseluruhan, model pembelajaran ASICC berbantuan *PhET Simulation* sesuai untuk menguatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Dengan mengikuti setiap tahapan dalam model ini, peserta didik bukan sekedar terbiasa berpikir secara kritis dan sistematis, tetapi juga lebih fleksibel dalam mencari solusi, mampu menghasilkan ide-ide orisinal, serta mengembangkan gagasan mereka secara lebih mendalam. Selain itu, keterampilan kolaborasi dan komunikasi yang ditekankan dalam model ini semakin memperkuat proses berpikir kreatif peserta didik, menjadikannya lebih siap menghadapi tantangan di era modern yang menuntut inovasi dan pemecahan masalah yang kreatif. Berikut ini

merupakan kaitan antara Model ASICC berbantuan *PhET Simulation* terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif yang dijelaskan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Keterkaitan Model ASICC Berbantuan *PhET Simulation* terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif

Model ASICC	Keterampilan Berpikir Kreatif
<i>Adapting</i> Pemberian stimulus kepada peserta didik, sehingga dapat menyesuaikan diri dengan permasalahan pemanasan global yang diberikan.	<i>Flexibility</i> Peserta didik mampu melihat suatu masalah dari berbagai perspektif.
<i>Searching</i> Peserta didik diberikan kebebasan untuk mencari informasi dari berbagai sumber terkait pemanasan global secara berkelompok.	<i>Fluency & Elaboration</i> Peserta didik mampu mencari informasi dari berbagai sumber, menghubungkan ide-ide, serta menggali konsep lebih mendalam.
<i>Interpreting</i> Pemberian penugasan, sehingga peserta didik mampu menganalisis dan menafsirkan informasi untuk menemukan pola atau hubungan.	<i>Flexibility & Elaboration</i> Peserta didik menafsirkan informasi, mendiskusikan berbagai sudut pandang, serta mengembangkan konsep secara lebih kompleks.
<i>Creating & Communicating</i> Peserta didik merancang solusi inovatif terhadap permasalahan pemanasan global secara berkelompok, kemudian menyampaikan hasil pemikiran kreatifnya dalam bentuk presentasi atau diskusi.	<i>Fluency, Originality & Elaboration</i> Peserta didik mampu menghasilkan solusi kreatif dan inovatif, serta mengembangkan dan menyampaikan gagasan secara efektif.

Model pembelajaran ASICC memiliki karakteristik pembelajaran yang mengutamakan keterlibatan aktif peserta didik melalui tahapan *Adapting*, *Searching*, *Interpreting*, *Creating and Communicating* yang masing-masing mendorong proses berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif (Santoso & Primandiri, 2019). Karakteristik ini cocok diterapkan pada materi yang kontekstual dan menuntut keterampilan abad 21, seperti pemanasan global.

Materi pemanasan global dinilai cocok karena mencakup permasalahan aktual, seperti efek rumah kaca, aktivitas manusia yang menyebabkan pemanasan global, serta upaya penanggulangannya yang dapat dianalisa dari berbagai perspektif dan sumber informasi. Pada tahap *adapting*, peserta didik diarahkan untuk menganalisis fenomena lingkungan berdasarkan stimulus kontekstual, seperti

gambar atau video. Di tahap *searching*, peserta didik menggali informasi terkait penyebab dan dampak pemanasan global dari berbagai sumber. Tahap *interpreting* memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berdiskusi secara kolaboratif. Selanjutnya, tahap *creating and communicating* mendorong peserta didik menciptakan solusi dan menyampaikannya melalui kegiatan presentasi.

Kesesuaian ini diperkuat dengan pernyataan Santoso et al. (2021), bahwa model ASICC berbasis konstruktivisme dan mendukung pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui kerja kelompok dan pengalaman belajar nyata. Oleh karena itu, materi pemanasan global sangat sesuai untuk diterapkan dengan model ASICC karena mampu mendorong penguasaan keterampilan berpikir kreatif peserta didik secara optimal.

2.1.5 Materi Pemanasan Global

a. Penyebab Pemanasan Global

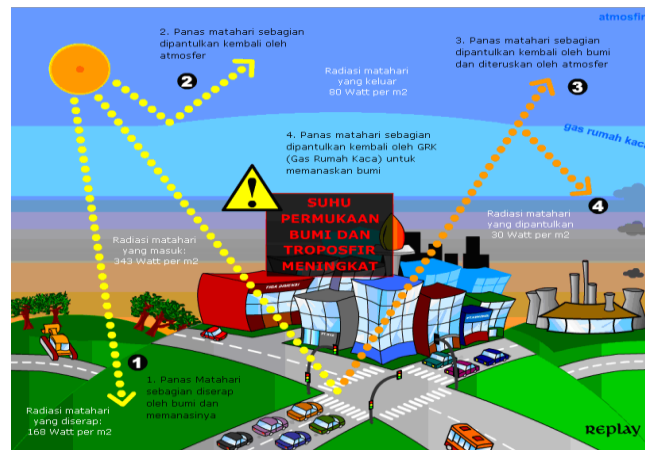
Pemanasan global adalah fenomena meningkatnya rata-rata suhu bumi akibat peningkatan emisi gas rumah kaca yang ada di atmosfer. Kondisi ini menjadi sebab lebih panasnya temperatur bumi. Suhu rata-rata global saat ini telah naik sekitar 2°C, dengan variasi kenaikan antara 2 hingga 5°C di berbagai negara. Kenaikan suhu ini ditimbulkan oleh melonjaknya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, yang sebagian besar berasal dari aktivitas manusia. Gas-gas tersebut membentuk lapisan di atmosfer yang menjadi penyebab terjadinya efek rumah kaca. Salah satu penyumbang terbesar emisi gas rumah kaca adalah aktivitas pembakaran pada bahan bakar fosil.

1) Efek Rumah Kaca

Sumber energi utama di Bumi berasal dari matahari, yang mayoritas dipancarkan dalam bentuk radiasi gelombang pendek. Saat energi tersebut mencapai permukaan Bumi, energi tersebut diubah menjadi panas yang membantu menghangatkan planet ini. Sebagian dari panas ini diserap oleh permukaan Bumi, sedangkan sebagian lainnya dipantulkan kembali ke luar angkasa dalam bentuk radiasi inframerah dengan gelombang panjang. Namun, sebagian panas terjebak di atmosfer karena gas rumah kaca seperti uap air, sulfur dioksida, karbon dioksida, dan metana, yang berfungsi sebagai perangkap radiasi. Gas-gas tersebut menangkap

dan mengembalikan radiasi yang dilepaskan Bumi, menyebabkan peningkatan rata-rata suhu tahunan Bumi.

Tuhan telah merancang mekanisme efek rumah kaca yang berperan penting dalam melindungi suhu Bumi tetap hangat serta menyokong kehidupan. Tanpa adanya mekanisme ini, suhu Bumi dapat turun drastis hingga mencapai -18°C , yang tentu tidak layak bagi kehidupan. Namun demikian, peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer justru dapat menguatkan efek rumah kaca secara berlebihan. Beberapa jenis gas rumah kaca yang sering ditemukan antara lain karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), nitrogen oksida (NO), klorofluorokarbon (CFC), hidrofluorokarbon (HFC), perfluorokarbon (PFC), dan sulfur heksa fluorida (SF_6). Setiap gas tersebut memiliki tingkat potensi pemanasan global yang tidak sama; misalnya, metana memiliki daya pemanasan 23 kali lebih besar dibandingkan karbon dioksida, sementara nitrogen oksida mencapai 300 kali lipat. Selain itu, gas rumah kaca juga berkontribusi terhadap pencemaran udara. Untuk mengetahui mekanisme efek rumah kaca disajikan Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1 Mekanisme Efek Rumah Kaca
Sumber: PDIN-BATAN

2) Aktivitas yang Mengakibatkan Pemanasan Global

Efek rumah kaca terjadi akibat akumulasi gas-gas rumah kaca di atmosfer. Selain disebabkan oleh aktivitas manusia, fenomena alam seperti letusan gunung berapi juga dapat melepaskan gas rumah kaca ke udara, sehingga turut mempercepat pemanasan global. Beberapa aktivitas manusia yang berkontribusi terhadap peningkatan gas rumah kaca antara lain:

a) Proses Penguraian Limbah Organik

Sampah organik, seperti dedaunan dan sisa makanan, dapat terurai oleh mikroorganisme, menghasilkan gas rumah kaca. Penguraian anaerob menghasilkan metana (CH_4), yang memiliki potensi pemanasan 23 kali lipat dibandingkan karbon dioksida (CO_2), sedangkan penguraian aerob menghasilkan CO_2 . Proses aerob lebih disarankan untuk mengurangi bau tidak sedap dan gas berbahaya lainnya. Gambar 2.2 di bawah ini menunjukkan contoh sampah organik.



Gambar 2.2 Sampah Organik

Sumber: waste4change.com

b) Penggunaan Alat Transportasi

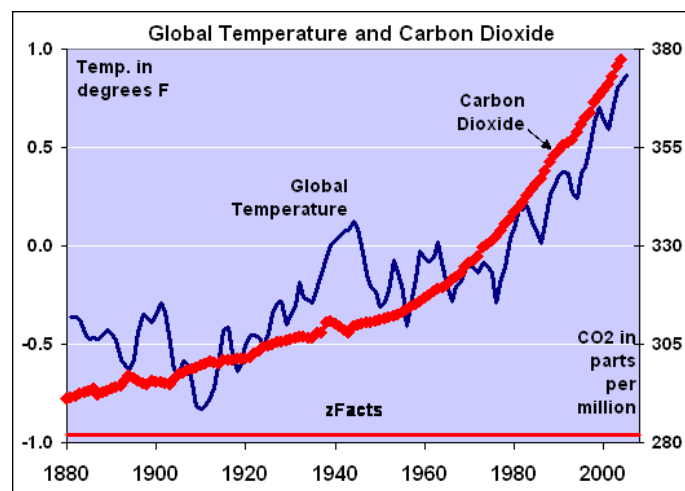
Pertumbuhan alat transportasi, terutama di kota besar, berkontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca. Gas yang dihasilkan dari kendaraan meliputi karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), sulfur oksida (SO_x), dan hidrokarbon (HC). Zat-zat ini mengalami reaksi dengan oksigen di atmosfer, membentuk gas rumah kaca. Kinerja mesin kendaraan yang buruk dapat meningkatkan emisi ini. Alat transportasi menghasilkan sisa-sisa zat yang tertinggal setelah proses penggunaan atau pembakaran dalam kendaraan yang biasa disebut residu. Adapun persentase berbagai residu disajikan pada Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 Persentase Residu Alat Transportasi

Residu	Persentase (%)
CO	70,50
Nox	8,89
Sox	0,88
HC	18,34
Partikel	1,33

c) Aktivitas Industri

Umumnya, industri menggunakan bahan bakar fosil yang menghasilkan gas rumah kaca. Pembakaran, baik sempurna maupun tidak, meningkatkan konsentrasi CO₂ di atmosfer. Dari tahun 1800 hingga awal 2000, konsentrasi CO₂ terus meningkat. Selain itu, industri yang memproduksi produk seperti pendingin dan cat semprot sering menggunakan senyawa chlorofluorocarbon (CFC), yang merusak lapisan ozon dan sulit terurai. Meskipun penggunaan CFC mulai dilarang, masih ada produsen yang mengabaikan dampak lingkungan demi keuntungan. Pada tahun 1991, UNEP menyetujui pengurangan produksi CFC, yang berhasil dikurangi hingga 85% pada tahun 1997, dengan harapan tidak ada lagi industri yang menggunakannya di abad ke-21. Adapun grafik kenaikan gas CO₂ ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut.



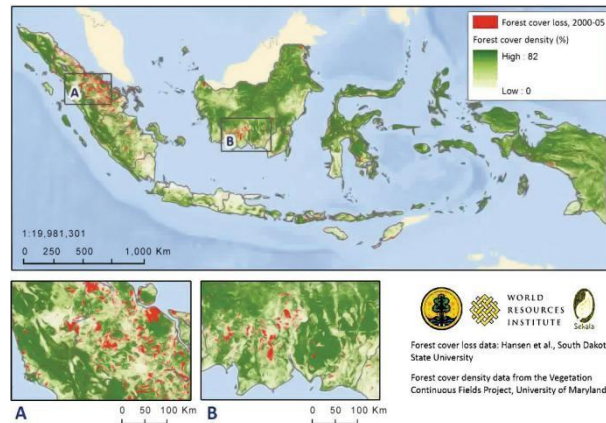
Gambar 2.3 Grafik Kenaikan CO₂

Sumber: zfacts.com

d) Penebangan Hutan

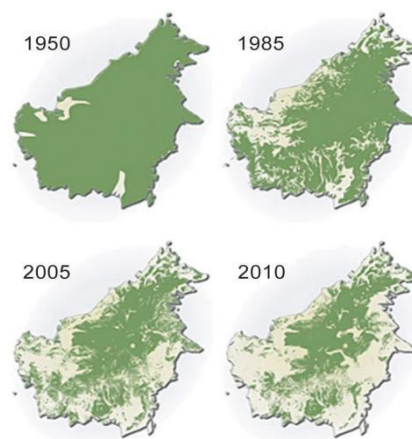
Penebangan hutan di Indonesia, yang mencapai 162 juta hektare, juga berkontribusi pada masalah lingkungan. Hutan memiliki banyak manfaat, seperti menyerap CO₂ dan memperlambat pemanasan global. Namun, keserakahan manusia menyebabkan kerusakan hutan yang cepat, dengan Indonesia menjadi negara yang memiliki tingkat kehancuran hutan tercepat di dunia pada tahun 2007. Penebangan hutan yang tidak terkendali menyumbang 7% pencemaran karbon, mengurangi kemampuan hutan untuk menyerap CO₂.

Penggundulan hutan di Indonesia dapat diamati pada Gambar 2.4 dan 2.5 berikut ini.



Gambar 2.4 Hutan Indonesia yang hilang (2000–2005), warna hijau adalah hutan yang tersisa, sedangkan warna merah adalah hutan yang ditebang

Sumber: <http://goo.gl/hSXJTW>



Gambar 2.5 Hutan Kalimantan yang hilang (1950–2010), warna hijau adalah hutan yang tersisa

Sumber: <http://goo.gl/hSXJTW>

e) Pertanian dan Peternakan

Bidang pertanian dan peternakan juga berkontribusi signifikan terhadap emisi karbon, dengan peternakan menyumbang hampir 20% emisi global. Peternakan menghasilkan 9% CO₂, 37% metana, dan 65% dinitrogen oksida. Pertanian juga menghasilkan metana, terutama selama proses pembusukan tanah dan sisa tanaman setelah panen, serta dari penggunaan pupuk nitrogen tinggi.

3) Kerja Sama Dunia Internasional

Permasalahan pemanasan global menjadi perhatian global, dengan berbagai pihak menunjukkan kepedulian melalui beberapa kesepakatan internasional, antara lain:

a) KTT Bumi di Stockholm (1972)

Pertemuan ini, yang diadakan oleh PBB, merupakan yang pertama membahas masalah lingkungan secara global. Di sini, disepakati konsep pembangunan berkelanjutan yang mengutamakan pelestarian lingkungan untuk generasi mendatang.

b) Protokol Rio de Janeiro (1992)

Diselenggarakan dalam rangka memperingati 20 tahun Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) Bumi, pertemuan ini menghasilkan kesepakatan penting, yaitu *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), serta komitmen bersama untuk menurunkan emisi gas rumah kaca. Dalam kesepakatan tersebut, negara-negara dibagi menjadi dua kategori: Anex 1, yaitu negara-negara maju yang diwajibkan menurunkan emisi CO₂ sebesar 5,2% dibandingkan tingkat emisi tahun 1990, dan Non-Anex 1, yakni negara berkembang yang memiliki tingkat emisi lebih rendah).

c) Protokol Kyoto (1997)

Protokol ini menetapkan kewajiban bagi negara-negara industri untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 5,2% dibandingkan dengan tingkat emisi pada tahun 1990. Selain itu, protokol ini juga mencakup tiga mekanisme utama, yaitu *Joint Implementation* (JI), *Clean Development Mechanism* (CDM), dan *Emission Trading* (ET).

d) Konferensi Tingkat Tinggi Perubahan Iklim di Nusa Dua, Bali

Pertemuan ini mengevaluasi pelaksanaan Protokol Kyoto dan menemukan bahwa hanya CDM yang efektif. Hasilnya adalah The Bali Road Map untuk mengatasi masalah iklim.

e) *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*

Badan ini menganalisis perubahan iklim dan terdiri dari 195 negara serta ilmuwan sukarela. IPCC mempublikasikan laporan tentang perubahan iklim dan dampaknya.

f) *Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate (APPCDC)*

Kerja sama antara beberapa negara, termasuk Australia dan AS, untuk mempercepat pengembangan teknologi bersih dan efisien. Meskipun tidak mengikat secara hukum, kemitraan ini bertujuan untuk melengkapi UNFCCC tanpa menggantikan Protokol Kyoto. Saat ini, APPCDC belum menetapkan target emisi atau mekanisme penegakan hukum.

b. Dampak dan Penanggulangan Pemanasan Global

1) Dampak Pemanasan Global

Dampak pemanasan global sudah mulai dirasakan di seluruh dunia dan perlu ditangani dengan serius agar bumi tetap nyaman untuk dihuni. Berikut adalah beberapa dampak pemanasan global:

a) Melelehnya Es di Kutub Selatan

Meningkatnya suhu di Kutub Selatan menyebabkan es mencair lebih cepat, mengakibatkan longornya daratan es dan perubahan ekosistem yang berdampak pada spesies seperti penguin dan beruang kutub.

b) Tenggelamnya Pulau Kecil

Melelehnya es di kutub mengakibatkan kenaikan permukaan air laut naik, yang berisiko menenggelamkan pulau-pulau kecil. Misalnya, kenaikan air laut satu meter dapat menenggelamkan pantai di Pulau Ambon.

c) Terganggunya Lingkungan Hutan Bakau

Hutan bakau, yang berfungsi mencegah abrasi dan sebagai habitat ikan, mengalami penyusutan hingga 50% dalam 10 tahun terakhir akibat reklamasi dan kenaikan permukaan air laut.

d) Pemutihan Terumbu Karang

Kenaikan suhu air laut menyebabkan terumbu karang mengalami pemutihan, yang mengancam ekosistem laut. Proses ini terjadi ketika *Zooxanthellae*, yang memberi warna pada karang, hilang.

e) Perubahan Iklim

Lubang ozon memungkinkan sinar ultraviolet berbahaya menembus atmosfer, menyebabkan perubahan arah angin dan pergeseran musim, seperti hujan lebat di musim kemarau.

f) Berkurangnya Spesies Flora dan Fauna

Pemanasan global menyebabkan perubahan cuaca ekstrem yang mengancam kelangsungan hidup spesies tumbuhan dan hewan. Misalnya, beruang kutub kehilangan habitat akibat mencairnya es. Contoh lainnya adalah terjadinya pemutihan terumbu karang, perbandingannya dapat dilihat pada Gambar 2.6 di bawah ini.



Gambar 2.6 Gambar terumbu karang sehat (a) dan Gambar terumbu karang yang mengalami pemutihan (b)

Sumber: Mongabay.co.id

g) Hujan Asam

Hujan asam terjadi ketika pH air turun di bawah 5,7, biasanya akibat polusi udara dari sulfur dioksida dan nitrogen oksida. Hujan asam merusak tanaman, mengganggu sistem pernapasan manusia, dan merusak bangunan, seperti Taj Mahal di India, yang mengalami kerusakan akibat reaksi hujan asam dengan kalsium karbonat pada strukturnya.

Mengatasi pemanasan global memerlukan kesadaran dan tindakan kolektif dari semua pihak.

2) Upaya Penanggulangan Pemanasan Global

Terdapat berbagai cara untuk mengatasi pemanasan global, meskipun banyak orang kurang berkeinginan untuk berpartisipasi dalam upaya penyelamatan lingkungan. Sebagai generasi penerus, penting untuk peduli terhadap masalah ini

karena kerusakan lingkungan berdampak pada semua aspek kehidupan. Berikut adalah beberapa tindakan yang dapat diambil:

a) Menghemat Energi

Mengurangi penggunaan energi dari bahan bakar fosil dapat mengurangi emisi gas rumah kaca. Beberapa cara untuk menghemat energi meliputi:

- (1) Mematikan lampu saat tidak digunakan.
- (2) Menggunakan alat elektronik secara bijaksana.
- (3) Menggunakan lampu yang lebih efisien dalam konsumsi energi.
- (4) Berjalan kaki atau bersepeda untuk perjalanan jarak pendek.
- (5) Memanfaatkan sarana transportasi publik.
- (6) Memilih mesin atau peralatan industri yang hemat energi.

b) Mencari Sumber Energi Alternatif

Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dengan beralih ke sumber energi yang lebih ramah lingkungan, seperti energi air, panas bumi, matahari, nuklir, dan angin.

c) Melakukan Pengelolaan Sampah dengan Baik

Salah satu cara mengurangi pemanasan global adalah dengan melakukan pengelolaan sampah dengan cara *reduce*, *reuse*, *recycle*, *replace*, dan *composting*.

(1) *Reduce*

Mengurangi konsumsi barang untuk mengurangi jumlah sampah.

(2) *Reuse*

Melakukan penggunaan kembali barang yang sudah tidak terpakai.

(3) *Recycle*

Mendaur ulang barang seperti kertas dan plastik.

(4) *Replace*

Melakukan penggantian barang-barang sekali pakai dengan barang yang dapat digunakan berkali-kali.

(5) *Composting*

Mengolah sampah organik menjadi kompos.

d) Mencegah Kerusakan Hutan

Kerusakan hutan berkontribusi pada pemanasan global. Langkah-langkah yang dapat diambil meliputi:

- (1) Menanam pohon pengganti yang berkualitas.
- (2) Menerapkan sistem tebang pilih.
- (3) Melaksanakan program penanaman pohon di area yang mengalami kerusakan.
- (4) Mengatasi penebangan hutan ilegal melalui program rehabilitasi.
- (5) Menertibkan perizinan terkait pengusaha hutan dan penegakan hukum terhadap pelanggaran.

Dengan tindakan-tindakan ini, kita dapat berkontribusi dalam mengatasi pemanasan global dan menjaga lingkungan.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Temuan penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian yang akan diteliti oleh penulis yang berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran *Adapting, Searching, Interpreting, Creating, Communicating* Berbantuan *PhET Simulation* Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Materi Pemanasan Global” adalah sebagai berikut.

- a. Santoso et al. (2021) dalam penelitiannya yang berjudul “Peningkatan Keterampilan Kolaborasi dan Berpikir Kritis Peserta Didik Melalui Model Pembelajaran ASICC”, menyimpulkan bahwa model pembelajaran ASICC tidak hanya berfungsi untuk mempertahankan keterampilan berpikir kritis, tetapi juga untuk meningkatkan kemampuan kolaborasi di antara peserta didik.
- b. Sari et al. (2021) dalam penelitiannya yang berjudul “Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Peserta didik Kelas XI PKPPS Al-Muflihun Menggunakan Model ASICC”, menyimpulkan bahwa kemampuan kolaborasi peserta didik meningkat lewat penggunaan model ASICC.
- c. Sari, W.P. et al. (2022) dalam penelitiannya yang berjudul “Efektivitas Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis *Discovery* berbantuan Simulasi PhET untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik”, menyimpulkan bahwa perangkat pembelajaran fisika berbasis *Discovery*

berbantuan simulasi *PhET* pada materi Elastisitas efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik.

- d. Qadafi et al. (2022) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Terintegrasi STEM Pada Mata Pelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kreatif Peserta Didik SMA TGH Umar Kelayu Tahun Ajaran 2021/2022”, menyimpulkan bahwa model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Terintegrasi STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik.
- e. Sari et al. (2023) dalam penelitiannya yang berjudul “*Application of the ASICC Learning Model (Adapting, Searching, Interpreting, Creating, and Communicating) to Increase Physics Creativity*” menyimpulkan bahwasannya model pembelajaran ASICC efektif meningkatkan keterampilan kreativitas peserta didik melalui aktivitas yang mengaktifkan berbagai kemampuan peserta didik, praktikum yang bervariasi, dan pembelajaran kelompok.
- f. Yasiro et al. (2023) dalam penelitiannya berjudul “Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta didik Dalam Menyelesaikan Soal Pada Materi Pemanasan Global Berdasarkan Prestasi Peserta didik”, menyimpulkan bahwa kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada materi pemanasan global berada pada kategori kreatif, cukup kreatif, dan sangat kreatif.
- g. Yusnaeni et al. (2024) dalam penelitiannya berjudul “*Creative Thinking Ability and Collaborating in Classroom with ASICC Learning Model*”, menyimpulkan bahwa model pembelajaran ASICC terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif peserta didik.

Berdasarkan sejumlah penelitian yang telah dilakukan, model ASICC terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi peserta didik. Namun, penelitian-penelitian tersebut belum secara khusus meneliti pengaruhnya terhadap keterampilan berpikir kreatif dalam konteks Pemanasan Global. Penelitian yang akan dilakukan memiliki perbedaan fokus, yaitu mengkaji secara mendalam pengaruh model ASICC terhadap keterampilan berpikir kreatif peserta didik pada materi Pemanasan Global dengan mengacu pada indikator berpikir kreatif Torrance. Selain itu, penelitian ini akan menggunakan

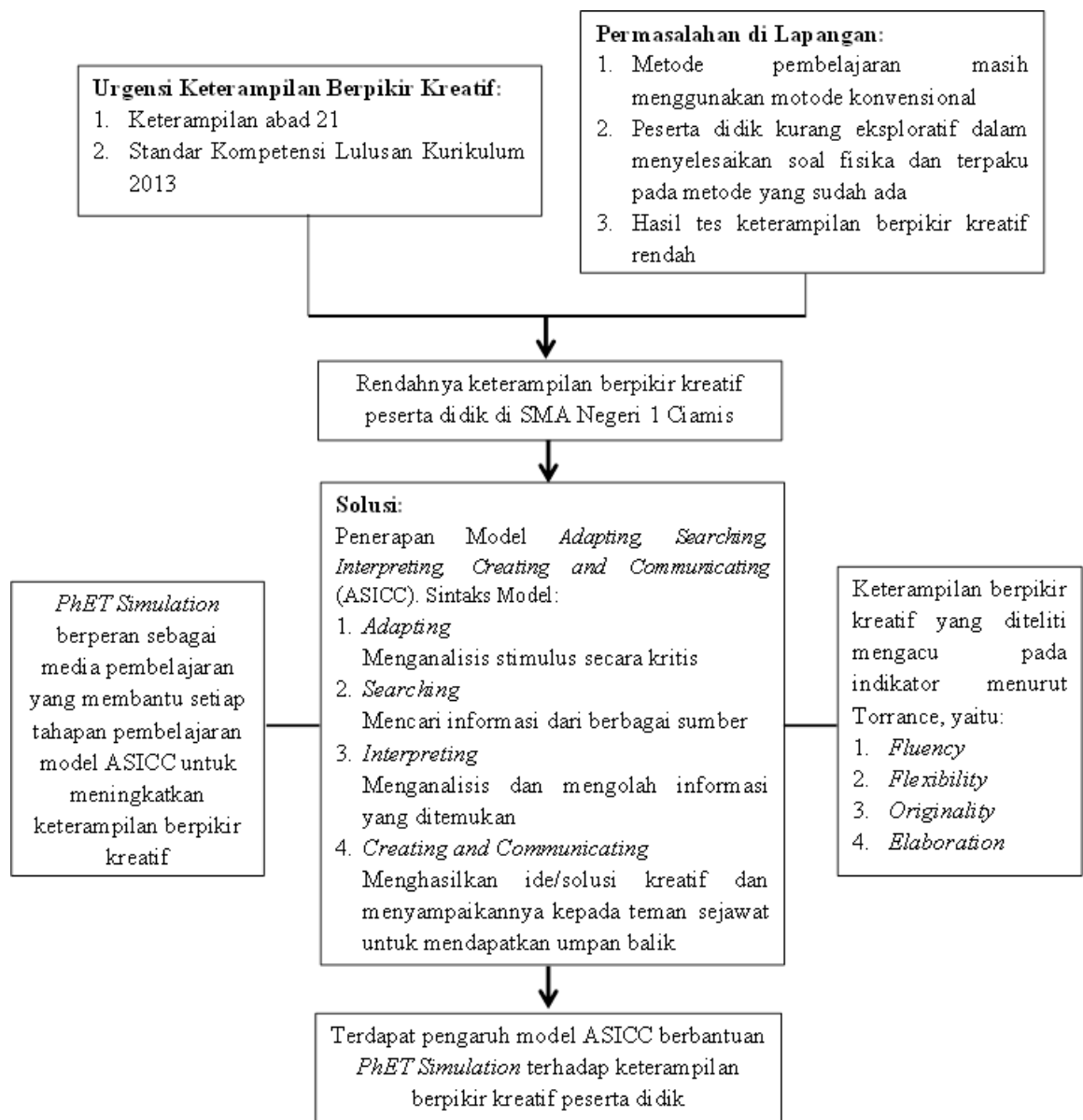
kegiatan praktikum yang direncanakan menggunakan berbasis simulasi *PhET*, berbeda dari penelitian sebelumnya yang menggunakan metode praktikum langsung. Dari segi desain penelitian, penelitian ini juga menerapkan desain *The Matching-Only Posttest-Only Control Group Design*, sedangkan penelitian terdahulu menggunakan desain eksperimen *pretest-posttest*.

2.3 Kerangka Konseptual

Studi pendahuluan yang dilaksanakan di kelas XI MIPA SMA Negeri 1 Ciamis melalui observasi, wawancara, dan tes menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kreatif peserta didik masih tergolong rendah. Berdasarkan hasil observasi, banyak peserta didik mengalami kesulitan dalam pembelajaran fisika, yang tercermin dari nilai ulangan mereka yang masih berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) mata pelajaran fisika, yaitu 75. Selain itu, kemampuan berpikir kreatif siswa dalam menyelesaikan soal-soal fisika masih kurang. Nilai rata-rata tes keterampilan berpikir kreatif menunjukkan angka 39,5 yang termasuk dalam kategori "Kurang Kreatif".

Melihat kondisi tersebut, diperlukan upaya untuk memperbaiki proses pembelajaran fisika melalui penerapan model pembelajaran yang mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Salah satu model yang dapat diimplementasikan adalah model ASICC, yang terdiri dari beberapa tahapan, yaitu *Adapting, Searching, Interpreting, Creating and Communicating*.

Model ASICC ini diharapkan mampu mendorong peningkatan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Dalam penerapannya, guru berperan sebagai fasilitator yang menyajikan permasalahan, mengajukan pertanyaan, dan membimbing siswa selama proses pembelajaran. Kerangka konseptual dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.7 di bawah.



Gambar 2.7 Kerangka Konseptual

2.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan identifikasi masalah dan rumusan pertanyaan penelitian, maka hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_0 : tidak ada pengaruh model *Adapting, Searching, Interpreting, Creating, Communicating* berbantuan *PhET Simulation* terhadap keterampilan berpikir kreatif pada materi Pemanasan Global di kelas XI MIPA SMA Negeri 1 Ciamis tahun ajaran 2024/2025

H_a : ada pengaruh model *Adapting, Searching, Interpreting, Creating, Communicating* berbantuan *PhET Simulation* terhadap keterampilan berpikir kreatif pada materi Pemanasan Global di kelas XI MIPA SMA Negeri 1 Ciamis tahun ajaran 2024/2025