

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Berpikir merupakan aktivitas mental yang melibatkan penggunaan akal dalam mempertimbangkan serta mengambil keputusan. Proses ini terjadi melalui pengolahan informasi yang tersimpan dalam memori sehingga menghasilkan pemahaman tertentu. Secara umum, kemampuan berpikir dapat dibedakan menjadi dua kategori, yaitu berpikir tingkat rendah dan berpikir tingkat tinggi. Berpikir tingkat rendah hanya melibatkan proses ingatan dan pemahaman, sedangkan berpikir tingkat tinggi adalah proses berpikir kognitif yang melibatkan proses analisis, evaluasi, dan kreasi (Anderson & Krathwohl, 2001). Keterampilan berpikir tingkat tinggi merupakan istilah lain dari *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS).

Menurut Ananda & Maemonah (2022) berpikir tingkat tinggi adalah kemampuan individu dalam menghubungkan, memanipulasi hingga mentransformasi pengetahuan yang telah dimiliki ketika menghadapi suatu permasalahan dalam pembelajaran. Pandangan lain disampaikan oleh King *et al.*, (2010) mengemukakan berpikir tingkat tinggi sebagai proses berpikir dalam situasi kompleks yang melibatkan kemampuan berpikir secara kritis, logis, reflektif, metakognitif, dan kreatif. Sejalan dengan itu, Brookhart (2010) mengelompokkan keterampilan berpikir tingkat tinggi menjadi tiga kategori, yaitu *transfer of knowledge*, *critical thinking*, dan *problem solving*. Penekanan berpikir tingkat tinggi berdasarkan *transfer of knowledge* berkaitan dengan kemampuan siswa menerapkan dan mengembangkan apa yang telah dipelajari. Berdasarkan beberapa pemahaman tersebut, dapat dinyatakan keterampilan berpikir tingkat tinggi merupakan kemampuan kognitif yang melibatkan penggunaan pengetahuan yang telah dimiliki oleh individu untuk proses menganalisis, mengevaluasi, mengkreasi, hingga memecahkan suatu masalah secara logis, mendalam, dan bermakna.

Dalam penelitian ini, berpikir tingkat tinggi mengacu pada Taksonomi Bloom yang telah direvisi oleh Anderson & Krathwohl (2001). Taksonomi tersebut menjelaskan jenjang proses kognitif dari tingkat sederhana hingga menuju kompleks yang dikenal dengan *level of cognitive skills* (Suryani, 2022). Pada

Taksonomi revisi ini, yang dianggap sebagai kategori berpikir tingkat tinggi yaitu menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta (Anderson & Krathwohl, 2001). Oleh karena itu, pengukuran keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam penelitian ini mengacu pada tiga level kognitif tersebut. Hal ini karena dalam capaian pembelajaran fisika dapat dipandang dengan ukuran level kognitif Bloom (Saepuzaman *et al.*, 2022). Lebih jelasnya, berikut merupakan gambaran keterampilan berpikir tingkat tinggi berdasarkan proses kognitif Taksonomi Bloom yang disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Proses Keterampilan HOTS sesuai Level Kognitif Bloom

Proses Kognitif			Definisi
C4	HOTS	Menganalisis	Kemampuan menguraikan suatu informasi atau permasalahan menjadi beberapa komponen, kemudian mengidentifikasi hubungan antarbagian tersebut sehingga diperoleh pemahaman yang lebih terstruktur terhadap keseluruhan konsep.
C5		Menilai/ Mengevaluasi	Kemampuan memberikan penilaian terhadap suatu gagasan, prosedur, atau hasil berdasarkan kriteria standar tertentu yang sudah ditetapkan.
C6		Mengkreasi/ Mencipta	Kemampuan mengembangkan gagasan atau produk dengan cara mengombinasikan berbagai unsur yang telah ada menjadi susunan yang lebih bermakna, sistematis dan fungsional.

(Anderson & Krathwohl, 2001)

Proses level kognitif dalam Taksonomi Bloom dapat diturunkan menjadi suatu kata kerja operasional yang mencerminkan sub indikator dari keterampilan berpikir tingkat tinggi. Pada level C4, C5, dan C6 kata kerja operasional tersebut merepresentasikan kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan mengkreasi. Dengan demikian, masing-masing level memiliki kata kerja operasional yang dapat digunakan dalam menyusun indikator keterampilan berpikir tingkat tinggi. Daftar kata kerja operasional untuk setiap indikator keterampilan berpikir tingkat tinggi disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Beberapa Turunan Kata Kerja Operasional Kognitif Bloom

Level Kognitif	Turunan Kata Kerja Operasional (KKO)	Definisi
C4 (Menganalisis)	Membedakan	Kemampuan mengidentifikasi serta memilah informasi berdasarkan tingkat relevansinya terhadap permasalahan yang dikaji
	Mengorganisasi	Kemampuan menyusun informasi ke dalam pola atau hubungan yang sistematis sehingga membentuk struktur yang jelas
	Menghubungkan	Kemampuan dalam menemukan, menjelaskan, dan menetapkan hubungan antar bagian informasi dalam suatu struktur
C5 (Mengevaluasi)	Memeriksa	Kemampuan menelaah suatu proses, jawaban, atau prosedur untuk menemukan kekeliruan ataupun ketidaksesuaian dengan ketentuan yang berlaku
	Mengkritik	Kemampuan dalam memberikan penilaian terhadap suatu gagasan ataupun informasi dengan mempertimbangkan kriteria yang berlaku
C6 (Mengkreasi)	Merumuskan	Kemampuan dalam menyusun ataupun memberikan cara pandang terhadap suatu permasalahan
	Merancang/Merencana	Kemampuan menyusun suatu langkah atau strategi penyelesaian masalah dengan terencana
	Memproduksi	Kemampuan menghasilkan ide, solusi, ataupun produk baru berdasarkan rancangan yang telah dikembangkan sebelumnya

(Anderson & Krathwohl, 2001)

Anderson & Krathwohl (2001) menambahkan 4 dimensi pengetahuan dalam revisi Taksonomi Bloom. Keempat dimensi pengetahuan itu diantaranya: pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif. Pengetahuan faktual meliputi tentang istilah, nama, simbol, dan konsep dasar. Pengetahuan konseptual menunjukkan penjelasan suatu fenomena yang terkait antar variabel.

Pengetahuan prosedural berkaitan dengan prosedur, urutan, ataupun tahapan melakukan sesuatu kegiatan. Serta pengetahuan metakognitif berkaitan dengan cara atau strategi bagaimana membangun pengetahuan baru.

Revisi Taksonomi yang dikembangkan oleh Anderson & Krathwohl (2001) memandang keterampilan berpikir tingkat tinggi tidak hanya dari satu aspek, yakni proses kognitif semata. Kerangka tersebut mengintegrasikan dimensi proses kognitif dengan dimensi pengetahuan sehingga membentuk klasifikasi yang lebih komprehensif. Dalam konteks HOTS, kemampuan tersebut berada pada tiga tingkatan proses kognitif tertinggi, yaitu menganalisis, mengevaluasi, dan mengkreasi yang beririsan dengan jenis pengetahuan konseptual, prosedural, serta metakognitif. Dengan demikian, HOTS dapat dipahami sebagai perpaduan antara tingkat kompleksitas berpikir dan kedalaman jenis pengetahuan yang digunakan. Secara skematis, keterkaitan kedua dimensi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1.

		<i>The Cognitive Process Dimension</i>					
		<i>Remember</i>	<i>Understand</i>	<i>Apply</i>	<i>Analyze</i>	<i>Evaluate</i>	<i>Create</i>
<i>Knowledge Dimension</i>	<i>Factual</i>	LOTS		MOTS			
	<i>Conceptual</i>						
	<i>Procedural</i>			HOTS			
	<i>Metacognitive</i>						

Gambar 2. 1 Kombinasi Dimensi Pengetahuan dan Proses Kognitif

Sumber: (Anderson & Krathwohl, 2001)

Salah satu rumpun ilmu sains yakni Fisika dipandang dapat mendukung keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Dalam penelitian ini, materi fisika yang menjadi objek penelitian yaitu fluida dinamis. Dalam kurikulum merdeka terdapat capaian pembelajaran yang sudah ditekankan dalam peraturan Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. Salah satu capaian pembelajaran materi fluida dinamis yang ditekankan adalah membuat karya yang menunjukkan penerapan hukum fluida. Capaian tersebut menunjukkan melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi level kognitif C6 yaitu mencipta atau mengkreasi. Dalam materi fluida dinamis juga dapat melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi level kognitif yang lain. Seperti menganalisis besaran fisika yang berkaitan dengan asas

kontinuitas, mengevaluasi hasil eksperimen dengan mengidentifikasi kesalahan percobaan Bernoulli, serta mengkreasi suatu desain yang dapat menunjukkan pesawat dapat terangkat. Karena keterampilan berpikir tingkat tinggi juga beririsan dengan dimensi pengetahuan, maka ketika dimensi konseptual siswa mampu mengkreasi desain miniatur yang menunjukkan prinsip perbedaan tekanan dan kecepatan aliran udara. Jika prosedural, siswa mampu menyusun langkah-langkah dan mengidentifikasi secara sistematis dari kesalahan prosedur ambil data. Dan ketika dimensi metakognitif siswa mampu merefleksikan strategi terbaik untuk mengetahui besaran-besaran konsep lain yang terkait sehingga menjadi satu kesatuan pengetahuan.

Keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik dapat dipengaruhi beberapa faktor. Faktor tersebut meliputi motivasi, kesiapan peserta didik dalam belajar, dan proses pembelajaran yang diterimanya (Akmala *et al.*, 2019). Ini juga sejalan dengan yang diutarakan Sahidin & Pradjono (2022), aktivitas pembelajaran seperti diskusi, eksperimen, aktivitas luar ruangan, dan kegiatan kelompok yang interaktif dapat mendukung orientasi pembelajaran HOTS. Melalui beberapa faktor yang disebutkan, menunjukkan aktivitas pembelajaran yang dilakukan guru di kelas juga berkontribusi terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

2.1.2 Model *Ethno-Flipped Classroom*

Model *Ethno-Flipped Classroom* merupakan suatu pengembangan atau modifikasi dari pembelajaran *flipped classroom* yang menawarkan fleksibilitas serta bermakna dengan adanya integrasi konteks budaya dalam kegiatan pembelajaran. Model ini, dikembangkan oleh Ramadhani *et al.*, (2023) dalam pembelajaran matematika ketika terjadi transisi di masa *New Normal* pelaksanaan pembelajaran jarak jauh. Pengembangan dari model ini bertujuan untuk mengatasi keterbatasan waktu kegiatan belajar, penguatan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, membantu memperdalam pemahaman konseptual, serta menguatkan kemandirian belajar (*self-regulated learning*) peserta didik (Ramadhani *et al.*, 2023). Model *ethno-flipped classroom* dikembangkan melalui suatu metode yang dinamakan dengan *integrative literature review* dengan tujuan mengonstruksi suatu teoretis rekomendasi model pembelajaran secara jarak jauh (Ramadhani *et al.*,

2022). Prosedurnya meliputi perumusan pertanyaan revidi, penelusuran dan pengumpulan literatur yang relevan, penilaian kritis pada data literatur, ekstraksi data serta sintesis dengan analisis tematik sebelum akhirnya disajikan dalam bentuk temuan dan pembahasan.

Dalam bukunya dengan judul “Model *Ethno-Flipped Classroom*: Solusi Pembelajaran Fleksibel dan Bermakna” Ramadhani *et al.*, (2023) menyebutkan bahwasanya *ethno-flipped classroom* adalah model pembelajaran yang memberikan fleksibilitas pembelajaran kepada siswa yang terintegrasi dengan pendekatan budaya. Dapat dikatakan model *ethno-flipped classroom* sebagai integrasi pendekatan *ethnomatematics* dan model *blended learning* tipe *flipped classroom*. Tidak hanya itu, pendapat lain model *ethno-flipped classroom* adalah model pembelajaran kombinasi antara pendekatan etnomatematika dengan pembelajaran *flipped classroom* yang salah satunya dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik (Meyllinda *et al.*, 2023). Sehingga, berdasarkan beberapa definisi tersebut dapat diartikan model *ethno-flipped classroom* adalah model pembelajaran yang dipadukan dengan pendekatan basis budaya dan penerapan teknologi secara *flipped classroom* dalam pelaksanaannya. Sehubungan dalam penelitian ini kajiannya fisika, maka pendekatan budaya yang diintegrasikan adalah etnofisika.

Pembelajaran dengan *flipped classroom*, dikenalkan lebih luas dan modern oleh dua guru kimia di Amerika Serikat yaitu Bergmann & Sams (2012). Dalam kajiannya, Bergmann dan Sams menghadapi beberapa tantangan dalam pelaksanaan pembelajaran. Tantangan umum yang ditemui yaitu menghadapi banyaknya siswa yang tidak mengikuti kegiatan belajar karena pertandingan dan olahraga. Ini juga membuat mereka menghabiskan waktu untuk mengajarkan kembali kepada siswa yang tidak masuk kelasnya. Alternatifnya, Bergmann dan Sams merekam beberapa materi yang diajarkan. Hasilnya menunjukkan peningkatan pemahaman yang mendalam dan menjadi semakin mandiri dalam belajar. Dalam praktiknya, Bergmann dan Sams menggabungkan metode atau model lain di kegiatan mengajar, seperti diskusi, praktikum, inkuiri, dan sebagainya. Hal ini menunjukkan secara konsep, *flipped classroom* dari pandangan

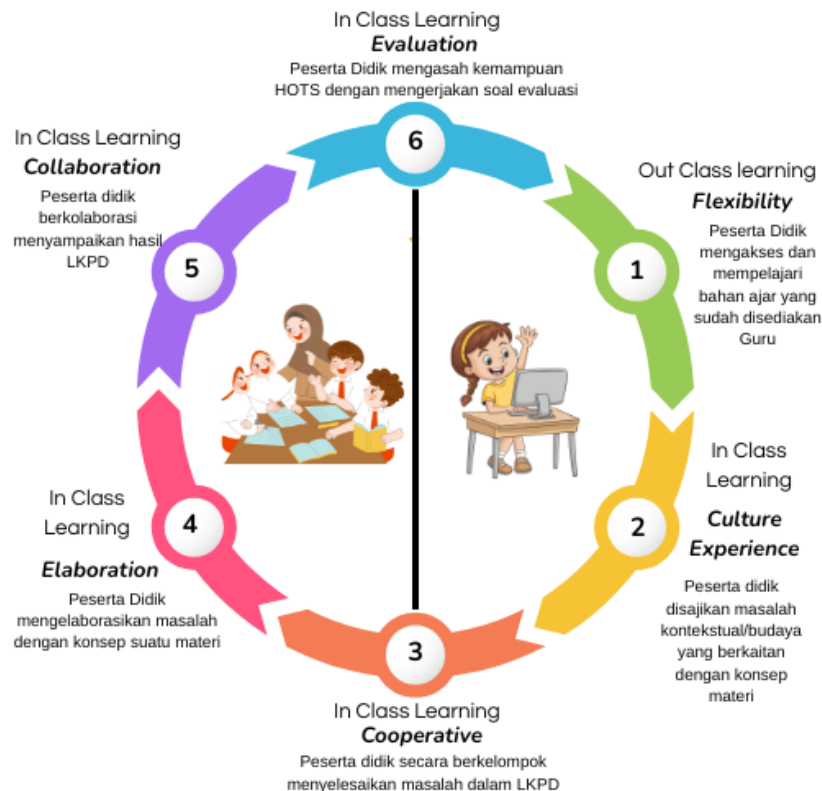
Bergmann & Sams (2012) adalah sebuah pendekatan pembelajaran yang menekankan pemindahan kegiatan belajar awal ke luar kelas, sementara waktu di kelas difokuskan pada aktivitas kolaboratif yang memfasilitasi pemahaman mendalam. Lebih lanjut Bishop & Verleger (2013) mengemukakan *flipped classroom* sebagai teknik pendidikan yang terdiri dari dua bagian yaitu aktivitas belajar kelompok interaktif di dalam kelas dan instruksi individu berbasis komputer di luar kelas dengan tahap implementasi *pre-class* (mempelajari materi), *in-class* (mengerjakan tugas atau proyek secara kolaboratif) dan *out-class* (mengecek pemahaman yang sudah dipelajari). Dalam penelitian ini *ethno-flipped classroom* merupakan sebuah model, karena memiliki tahapan atau sintaks dari *out-class* ataupun *in-class* yakni *flexibility, culture experience, cooperative, elaboration, collaboration*, dan *evaluation*.

Model *ethno-flipped classroom* sebagai perwujudan dari *active learning* serta dikatakan konstruktivis karena guru melibatkan aktif peserta didik dalam pembelajaran, di mana informasi tidak secara pasif diterima. Prinsip dalam pembelajaran ini meliputi, adanya pemindahan sebagian pengajaran berbasis TIK yang dilakukan di luar kelas, aktivitas kolaboratif dan kooperatif dalam pemecahan masalah ketika pembelajaran di kelas, pembelajaran yang bermakna dengan adanya integrasi budaya dan kontekstual, serta peran guru dalam membimbing kesulitan yang dialami peserta didik (Ramadhani *et al.*, 2023). Model ini berlandaskan teori konstruktivisme kognitif dan sosial (Ramadhani *et al.*, 2023). Dalam konstruktivisme secara kognitif, didefinisikan Jean Piaget sebagai proses mengonstruksi pengetahuan secara individu melalui apa yang telah dipelajarinya (Yanah *et al.*, 2018). Sedangkan konstruktivisme sosial berkaitan dengan yang dikemukakan Vygostky mengenai proses membangun pengetahuan yang melibatkan proses interaksi sosial dan potensi perkembangan pengetahuan yang dapat dicapai dengan adanya bantuan atau bimbingan orang lain yang lebih paham atau dikenal dengan *Zone of Proximal Development* (ZPD) (Dewi & Fauziati, 2021).

Dalam materi fisika, pembelajaran dengan model *flipped classroom* sudah pernah diterapkan. Putra (2021) menerapkan model *flipped classroom* dengan

tahapan yang terdiri dari *pre-class* dan *in-class*. Pada tahap *pre-class* guru memberikan video dan bahan ajar yang diberikan melalui google classroom lalu peserta didik menyimak dan mempelajarinya. Berikutnya tahap *in-class* peserta didik duduk secara berkelompok dengan diberikan LKS. Pada tahapan tersebut peserta didik mengajukan suatu hipotesis, melakukan investigasi dan diskusi, serta menyampaikan solusi hasil dari diskusi kelompok. Di akhir pembelajaran siswa mengerjakan evaluasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran. Melalui model ini, proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan guru mengoptimalkan perannya sebagai fasilitator dan mediator.

Model *Ethno-flipped classroom* sebagai bagian dari pembelajaran *flipped classroom* memiliki dua fase pembelajaran, yakni fase pembelajaran di luar kelas (*out-class learning*) dan fase di dalam kelas (*in-class learning*) dalam satu siklus yang terdiri dari tahapan *flexibility*, *culture experience*, *cooperative*, *elaboration*, *collaboration*, dan *evaluation* (Ramadhani *et al.*, 2023). Tahapan yang pertama dalam pembelajaran *ethno-flipped classroom* yaitu *flexibility* (F), di mana peserta didik melakukan belajar secara mandiri melalui bahan ajar yang sudah disediakan oleh guru. Tahap berikutnya adalah *culture experience* (C), di mana peserta didik menerima sajian masalah informal dengan pendekatan budaya atau konteks nyata kehidupan sehari-hari. Tahap berikutnya adalah *cooperative* (C), di mana peserta didik melakukan aktivitas berkelompok dalam menyelesaikan masalah informal yang sudah diidentifikasi pada tahap *culture experience*. Tahap selanjutnya adalah *elaboration*, di mana peserta didik mengembangkan atau memperluas pemahaman yang sudah diperoleh pada tahap *cooperative* dengan konsep materi yang dipelajari. Tahap berikutnya adalah *collaboration* (C), di mana peserta didik menyampaikan hasil penyelesaiannya kepada kelompok lain, guru memverifikasi agar terbentuk pemahaman yang selaras. Tahap terakhir adalah *evaluation* (E), di mana peserta didik melakukan refleksi dan menyelesaikan tes untuk mengukur pemahamannya. Keenam tahapan pada *ethno-flipped classroom* ini diistilahkan dengan FC2ECE. Berikut merupakan ilustrasi pembelajaran secara *ethno-flipped classroom* yang disajikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Ilustrasi Pembelajaran Model *Ethno-Flipped Classroom*

Sumber: (Adopsi dari Ramadhani *et al.*, 2023)

Adapun Langkah dari model *ethno-flipped classroom* dapat diamati pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2. 3 Sintaks Model *Ethno-Flipped Classroom*

Sintaks	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik
Fleksibilitas (<i>Flexibility</i>)	- Guru mempersiapkan bahan ajar digital melalui suatu platform teknologi seperti LMS. - Guru meminta peserta didik mengakses dan mempelajari sumber belajar yang telah tersedia. - Guru membuka ruang diskusi agar peserta didik dapat mengajukan pertanyaan terkait konsep yang belum dipahami.	- Peserta didik mengakses bahan ajar atau materi yang sudah disediakan oleh guru untuk dipelajarinya. - Peserta didik mencatat beberapa bagian atau konsep yang belum dipahami.

Sintaks	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik
Pengalaman Budaya (<i>Culture Experience</i>)	- Guru menyajikan fenomena atau suatu masalah kontekstual yang berkaitan dengan budaya lokal dan bersinggungan dengan materi yang akan dipelajari. - Guru memfasilitasi diskusi awal tentang keterkaitan antara fenomena budaya dan konsep ilmiah	- Peserta didik mengamati masalah dengan pendekatan budaya yang disajikan guru. - Peserta didik menyampaikan pandangan bagaimana masalah tersebut berkaitan dengan konsep.
Kooperatif (<i>Cooperative</i>)	- Guru mengorganisasikan peserta didik duduk dalam bentuk kelompok - Guru memberi LKPD bagi setiap kelompok untuk mengeksplorasi dalam penyelesaian masalah. - Guru memonitoring dan membimbing kelompok yang menghadapi kendala.	- Peserta didik menerima LKPD dan duduk sesuai kelompok yang telah dibentuk. - Peserta didik berdiskusi dan terlibat aktif dalam menyelesaikan masalah yang tersaji dalam LKPD.
Elaborasi (<i>Elaboration</i>)	- Guru membimbing peserta didik untuk mengaitkan hasil penyelesaian masalah dengan suatu konsep - Guru memberikan latihan konseptual untuk memperdalam pemahaman	- Peserta didik mengembangkan hasil diskusi atau penyelesaian menjadi pemahaman kontekstual. - Peserta didik menganalisis untuk memperkuat konsep. - Peserta didik mengaitkan hasil penyelesaian masalah dengan konsep atau teori.
Kolaborasi (<i>Collaboration</i>)	- Guru memberi ruang peserta didik untuk berkolaborasi menyampaikan hasil pengerjaannya. - Guru mendorong peserta didik untuk memberikan umpan balik antar kelompok. - Guru mengklarifikasi/verifikasi	- Peserta didik berkolaborasi menyampaikan hasil diskusi/penyelesaian masalah. - Peserta didik pada kelompok lainnya memberikan tanggapan.

Sintaks	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik
	konsep yang belum tepat untuk memperkuat pemahaman.	• Peserta didik menyimpulkan hasil pembelajaran
Evaluasi (<i>Evaluation</i>)	• Guru memberikan evaluasi formatif atau kuis dan refleksi. • Guru melakukan refleksi pembelajaran	• Peserta didik mengerjakan soal evaluasi yang telah disediakan guru. • Peserta didik melakukan refleksi pembelajaran.

(Ramadhani *et al.*, 2023)

Dengan menerapkan pembelajaran secara *flipped classroom* tentu tidak lepas dari kekurangan dan kelebihan. Menurut Kurniawan (2021), beberapa kekurangan dari pembelajaran *flipped classroom* seperti memerlukan sarana dan prasarana yang memadai, berpotensi menjadi beban bagi guru, dan perlu adanya ekstra *monitoring* dan pendampingan bagi siswa. Rachma *et al.*, (2025) mengemukakan untuk memaksimalkan pembelajaran secara *hybrid* guru dapat memanfaatkan platform digital seperti *learning management system* (LMS) guna mengecek progres aktivitas siswa dalam belajar. Beberapa dampak positif yang akan dirasakan dengan pembelajaran secara *flipped classroom* seperti waktu pembelajaran akan lebih efisien, proses pembelajaran menarik karena adanya variasi pembelajaran melalui video sebelum kelas, dan kegiatan eksplorasi serta elaborasi akan lebih dalam (Kurniawan, 2021). Selain itu, dengan pembelajaran ini juga dapat memicu kemandirian belajar yang berdampak pada peningkatan prestasi belajar untuk melatih keterampilan seperti berpikir tingkat tinggi (Ramadhani *et al.*, 2023).

Maka dari itu dapat dikatakan model *flipped classroom* dengan jenis *ethno-flipped classroom* memiliki keterkaitan dengan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Berikut merupakan keterkaitan yang dimaksud tersaji dalam Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Keterkaitan Model Ethno-Flipped Classroom dengan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta Didik

Fase	Sintaks Model <i>Ethno-Flipped Classroom</i>	Penjelasan Keterkaitan
<i>Out-Class Learning</i>	Mempersiapkan Lingkungan Belajar, Akses Materi, dan Aktivitas Pembelajaran (<i>Felxibility</i> /Fleksibilitas)	Melalui tahapan <i>flexibility</i> peserta didik diberi kesempatan untuk mempelajari materi. Tahapan ini dapat melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik dengan kemampuan menganalisis (C4) untuk mengetahui konsep dan bagaimana saling terkait dengan konsep lain.
<i>In-Class Learning</i>	Pemberian Masalah Informal (<i>Culture Experience</i> /Pengalaman Budaya)	Pada tahapan <i>Culture Experience</i> peserta didik diberikan suatu sajian informasi masalah baik secara kontekstual ataupun dengan basis budaya. Kondisi tersebut memberikan stimulus peserta didik untuk mengembangkan kemampuan HOTS peserta didik pada C4 (Menganalisis) dan C5 (Mengevaluasi) . Hal ini, karena melalui pemberian stimulus masalah peserta didik mendorong untuk menelaah hubungan konsep fisika yang terlibat dan menilai kesesuaian konsep fisika dengan konteks budaya atau kehidupan nyata.
	Proyek Tugas Kelompok (<i>Cooperative</i> /Kooperatif)	Pada tahapan <i>Cooperative</i> peserta didik akan terlibat melakukan aktivitas diskusi dengan yang lainnya. Tahapan ini melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada kemampuan menganalisis (C4) . Hal ini, karena setelah masalah yang diidentifikasi pada tahapan sebelumnya akan menuntun peserta didik untuk menemukan alternatif solusi dengan

Fase	Sintaks Model <i>Ethno-Flipped Classroom</i>	Penjelasan Keterkaitan
		membandingkan beberapa argumen dari individu lainnya.
	Elaborasi Masalah (<i>Elaboration</i> /Elaborasi)	Tahap elaborasi berfokus pada kegiatan diskusi untuk meninjau dan menganalisis masalah yang telah diidentifikasi pada tahap kooperatif. Melalui proses ini, peserta didik terdorong mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, terutama pada aspek menganalisis (C4) dan mengevaluasi (C5).
	Validasi dan Konfirmasi (<i>Collaboration</i> /Kolaborasi)	Tahapan pada <i>Collaboration</i> menuntun peserta didik untuk bekerja sama dalam menyampaikan hasil pengerjaan atau diskusi dengan kelompoknya. Tahapan ini melatih kemampuan mengevaluasi (C5) dan mengkreasi (C6).
	Evaluasi dan Umpan Balik (<i>Evaluation</i> /evaluasi)	Di tahap akhir kegiatan pembelajaran <i>ethno-flipped classroom</i> adalah evaluasi. Pada tahapan ini peserta didik mengerjakan soal-soal yang melatih HOTS peserta didik pada level kognitif Menganalisis (C4), Mengevaluasi (C5), dan C6 (Mengkreasi).

2.1.3 LMS Edukati.com

Penggunaan media dalam model *ethno-flipped classroom* merupakan hal yang penting untuk mendukung keberlangsungan aktivitas pembelajaran. Salah satu tantangan utama dalam kegiatan belajar secara *flipped classroom* adalah memastikan peserta didik terlibat dalam proses belajar di luar kelas dan memiliki kesiapan saat memasuki pembelajaran tatap muka (Darmawati, 2022). Tanpa dibersamai dengan media, peserta didik cenderung mengalami kesulitan memahami materi awal, tidak memiliki panduan belajar yang jelas, serta kesulitan bagi guru untuk memonitoring perkembangan belajar mereka. Oleh karena itu, pemanfaatan

media membantu menyediakan sumber belajar yang dapat diakses secara mandiri, memvisualisasi konsep-konsep yang sulit dipahami, serta membimbing peserta didik mengikuti pembelajaran secara terstruktur sebelum kegiatan tatap muka. Dengan demikian penggunaan media dalam pembelajaran ini mendukung tahapan belajar mandiri peserta didik pada fase *out-class learning* di tahap *flexibility*.

Salah satu media berbasis teknologi yang umum digunakan dalam pembelajaran *flipped classroom* adalah *learning management system* (LMS). Menurut Aziz *et al.*, (2024) LMS adalah suatu perangkat lunak yang telah dirancang atau diatur sedemikian rupa dengan maksud mengelola, menyampaikan pembelajaran secara dalam jaringan (daring). LMS juga merupakan suatu manajemen pembelajaran digital yang dirancang untuk siswa atau mahasiswa dengan maksud pendidik bisa melacak, mendistribusikan materi, diskusi, pemberian tugas, evaluasi, hingga pemberian umpan balik bagi siswa yang terdaftar (Alfina, 2020). Melalui beberapa definisi tersebut, dapat dinyatakan bahwasanya LMS merupakan suatu perangkat lunak yang telah diatur sedemikian rupa dengan maksud mendukung aktivitas pembelajaran seperti mendistribusikan materi hingga evaluasi pembelajaran.

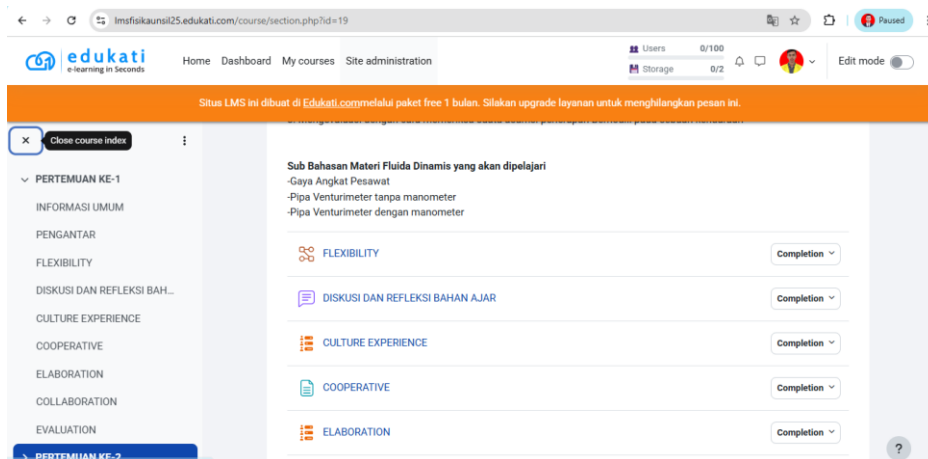
Terdapat berbagai platform LMS yang umum digunakan oleh pendidik dalam aktivitas pembelajaran. Salah satu pembuatan LMS secara gratis dan praktis adalah menggunakan platform edukati.com. Edukati.com merupakan sebuah platform pembuat LMS yang bersifat *open source* berbasis moodle yang dapat mendukung pembelajaran jarak jauh (Arifah & Tsauri, 2024). Selain itu, edukati.com adalah nama baru dari moodlenesia sebuah layanan *online* yang digunakan untuk mendukung aplikasi berbasis LMS moodle dan *elearning* dengan menawarkan versi gratis hingga berbayar (Singgih, 2022). Moodlenesia ini sebagai nama dulunya dari edukati.com yang merupakan sebuah platform pembuat LMS yang tidak mengharuskan memiliki kemampuan koding atau ahli IT (Tanisa, 2022). Melalui beberapa definisi tersebut, dapat dinyatakan edukati.com adalah nama baru dari moodlenesia sebagai platform pembuat LMS gratis yang memiliki fitur lengkap untuk digunakan pembelajaran secara *online* ataupun *offline*.

Edukati.com memiliki beberapa kelebihan dari beberapa platform lain dalam pembuatan LMS, yaitu dengan lengkapnya berbagai fitur yang disediakan. Fitur-fitur tersebut mendukung keperluan aktivitas pembelajaran, seperti fitur absensi, penugasan, sistem asinkronus dan sinkronus, bank soal, kuis, video pembelajaran hingga forum diskusi (Tandirerung & Mangesa, 2022). Pembuatan LMS Edukati.com ini mempermudah guru sebagai pengelola pembelajaran, karena tidak harus menguasai teknologi server atau pemrograman. Di mana pembuatan LMS melalui edukati.com menyederhanakan penggunaan moodle sehingga siapa pun dapat membuat situs pembelajaran mandiri (Arifah & Tsauri, 2024). Langkah untuk membuat LMS di edukati.com juga terbilang sederhana, dengan langkah sebagai berikut.

1. Membuat akun pada platform edukati.com dengan mendaftarkan menggunakan email yang aktif.
2. Setelah menerima verifikasi balasan email dan menyetujui persyaratan ketentuan yang berlaku, maka dapat melanjutkan *login* dengan akun yang sudah dibuat pada edukati.com.
3. Setelah berhasil *login*, maka akan disajikan ke bagian produk dari yang gratis hingga berbayar dengan berbagai kelebihan yang ditawarkan, berikutnya ketika sudah memilih yang gratis maka akan tertuju pada suatu *site* dan dianjurkan membuat *site* LMS sebagai nama domain.
4. Setelah mendapatkan situs berbasis moodle disajikan juga *username* admin dan *password* untuk mengakses *site* LMS tersebut.
5. Setelah berhasil *login*, selanjutnya bisa menuju menu *site administration* lalu bisa memilih *user* untuk menambahkan anggota dalam LMS tersebut baik sebagai guru maupun siswa. Inputnya bisa secara manual dengan memilih *add a new user* atau pengunggahan data base pengguna yang disediakan berupa file berbentuk csv seperti spreadsheet atau excell dengan memilih menu *upload user*.
6. Tahap berikutnya dapat membuat kategori dalam kelas yang sudah dibuat dengan memilih menu *add a category* dan kelola kategori tersebut dengan memilih menu *manage course and category*.

7. Setelah berhasil mengelola kursus maka akan menuju *site* partisipan dan dianjurkan untuk *enrol user* untuk menambahkan siswa ke dalam kursus tersebut. Dan setelah berhasil akan diarahkan pada tampilan *editing* kursus.
8. Tahapan selanjutnya pengelola atau guru dapat mengatur sedemikian sesuai kebutuhan untuk pembelajarannya di LMS. Dalam LMS termuat beberapa fitur lengkap baik untuk satu arah seperti unggah buku, artikel, dan sebagainya maupun dua arah berupa aktivitas seperti tugas, diskusi, evaluasi, dan sebagainya.

Berikut merupakan tampilan editing yang termuat dalam platform edukati.com yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Tampilan LMS Platform Edukati.com

Pembelajaran dengan bantuan media, termasuk LMS sejalan dengan *Cognitive Theory of Multimedia Learning* yang menjelaskan bagaimana peserta didik memproses informasi melalui multimedia. Menurut Mayer (2008) terdapat tiga asumsi dasar dalam perolehan informasi, yaitu *dual channel* maksudnya manusia memproses informasi melalui dua saluran terpisah yaitu visual dan verbal, berikutnya *limited capacity* atau kapasitas yang terbatas di mana informasi yang diterima melalui saluran verbal ataupun visual memiliki kapasitas yang terbatas, dan terakhir proses aktif, di mana mengolah informasi melalui visual dan verbal dapat digabung dengan baik. Oleh karena itu, penyajian materi dalam bentuk verbal dan visual secara bersamaan akan memperkuat proses pemahaman dibandingkan sajian salah satu saja. Pada LMS edukati.com, materi disajikan dalam bentuk video

yang memadukan audio dan visual, sehingga peserta didik dapat memutar ulang konten sesuai kebutuhan dan memperkuat penyimpanan informasi dalam memori jangka panjang (Bhinnety, 2008). Informasi yang tersimpan dengan baik inilah mendukung peserta didik dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi karena telah memiliki dasar pemahaman konseptual yang baik.

Menurut Mayer (2009) *Cognitive Theory of Multimedia Learning* membantu peserta didik menerima informasi pengetahuan secara kondusif dengan beberapa prinsip. Prinsip yang pertama berkaitan dengan *signalling* (pemberian isyarat), maksudnya penggunaan *highlight*, panah, ataupun sebagainya untuk menyoroti materi esensial dan memberi penegasan bagian tersebut adalah poin yang cukup penting. Misalnya penggunaan kolom atau *highlight* di suatu bahan ajar salindia membantu peserta didik mengetahui bagian informasi penting yang disajikan. Berikutnya prinsip *spatial contiguity* (kesinambungan spasial), maksudnya dengan adanya pengaturan tata letak informasi yang disajikan berupa teks dan gambar dalam satu halaman memberi kemudahan peserta didik mencerna informasi yang disajikan. Berikutnya prinsip redundansi yaitu mempelajari melalui sajian animasi dan narasi dengan menghilangkan teks akan mampu memfokuskan perhatian peserta didik. Terakhir, prinsip segmentasi yaitu dengan memecah materi-materi yang banyak menjadi suatu sub materi membantu peserta didik memproses informasi dan mengontrol pembelajaran mereka sendiri. Implementasi prinsip ini dapat dilakukan pada LMS dengan memecah materi umum seperti penerapan hukum Bernoulli menjadi beberapa sub seperti Teorema Torricelli, Gaya Angkat Pesawat, dan Pipa Venturimeter. Hal ini memberikan gambaran penggunaan multimedia tidak sekadar menyajikan informasi dengan berbagai bentuk, melainkan dengan menerapkan beberapa prinsip membantu proses kognitif yang diterima peserta didik.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, memberikan gambaran dengan penerapan suatu media dalam pembelajaran *flipped classroom* memberikan kontribusi yang positif. Misalnya temuan dari Feroniasanti (2022) dengan menerapkan model *flipped classroom* yang terintegrasi dengan pemanfaatan LMS secara signifikan dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa pada materi

anatomi dan fisiologi sistem tubuh manusia, selain itu penerapan LMS ini menerima apresiasi yang positif dari mahasiswa karena meningkatkan kemandirian belajar. Temuan lain dari Hodijah *et al.*, (2025) menyimpulkan penggunaan *learning management system* (LMS) Sevima EdLinks pada kelas eksperimen memperoleh hasil belajar dan kemampuan berpikir kreatif yang lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol yang menerapkan pembelajaran konvensional. Hal ini memberikan gambaran, selain sebagai media dalam pembelajaran, LMS juga dapat memberikan dorongan melatih pemahaman peserta didik untuk kegiatan belajar.

Melalui pembelajaran dengan memanfaatkan LMS tentu ada beberapa manfaat yang bisa dirasakan seperti fleksibilitas waktu dan tempat, menghemat biaya, dan dapat mengakses kembali materi untuk memperkuat pemahaman. Adapun, dibalik manfaat yang telah disampaikan tidak lepas juga dari kendala yang akan dihadapi. Misalnya tidak semua lokasi memiliki sumber daya yang memadai untuk menunjang pembelajaran dengan LMS seperti akses internet (Yudhana & Kusuma, 2021).

Dalam penelitian ini, LMS edukati.com digunakan pada fase *out-class learning* yaitu tahapan *flexibility* untuk mendistribusikan materi pembelajaran berupa video, rangkuman, dan LKPD, serta sebagai sarana bagi peserta didik untuk berdiskusi dan menjawab pertanyaan reflektif sebelum pembelajaran tatap muka berlangsung. Selain itu pada fase *in-class learning* LMS juga digunakan di tahapan *cooperative* dan *evaluation* untuk mengunggah atau mengumpulkan LKPD serta lembar evaluasi yang sudah dikerjakan. Adapun kegiatan inti di kelas tetap dilakukan secara tatap muka melalui diskusi kelompok, klarifikasi konsep, dan penyelesaian LKPD. Dengan demikian, batasan penggunaan LMS pada penelitian ini hanya sebatas penyampaian materi, pemantauan aktivitas belajar mandiri, diskusi pra-pembelajaran, serta pengunggahan LKPD dan lembar evaluasi peserta didik.

2.1.4 Materi Fluida Dinamis

Salah satu kajian fisika yang banyak relevansinya dengan kehidupan sehari-hari adalah fluida dinamis. Aliran-aliran air yang mengalir pada suatu pipa, pesawat

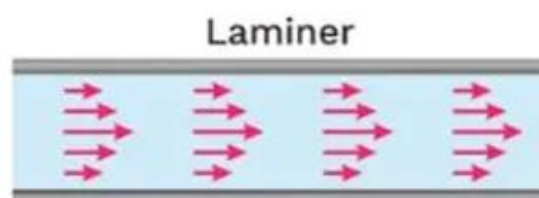
bisa terbang, hingga suatu tandon mengalami kebocoran merupakan beberapa peristiwa kehidupan yang tanpa disadari dikaji dalam fisika bagian fluida dinamis. Fluida didefinisikan sebagai zat yang akan mengalami deformasi atau perubahan struktur dan bentuk secara kontinu saat diberikan tegangan geser. Secara sederhana fluida diartikan sebagai zat yang bisa mengalir dan berubah bentuk sesuai wadahnya. Salah satu kajian dalam fluida adalah fluida dinamis yaitu fluida berupa zat cair atau gas yang alirannya bergerak secara ideal atau memiliki kecepatan konstan (Ghani, 2022).

Dalam fluida dinamis kajian yang diamati diasumsikan sebagai fluida yang ideal (Radjawane *et al.*, 2022). Fluida yang ideal adalah fluida yang memenuhi syarat sebagai berikut.

- Fluida Inkompresibel maksudnya volume fluida dianggap konstan meskipun mendapat tekanan.
- Irotasional maksudnya fluida tidak menimbulkan gerakan rotasi pada benda yang tercelup di dalamnya.
- Aliran bersifat tunak artinya kelajuan fluida pada titik tertentu tetap sama disepanjang waktu.
- Aliran laminar, aliran fluida ideal bersifat laminar artinya garis arusnya *streamline* tidak mengalami turbulensi.
- Viskositas dianggap bernilai nol, di mana fluida mengalir tanpa mengalami hambatan atau gesekan internal.

Berikut merupakan beberapa aliran fluida yang cukup sering dikaji.

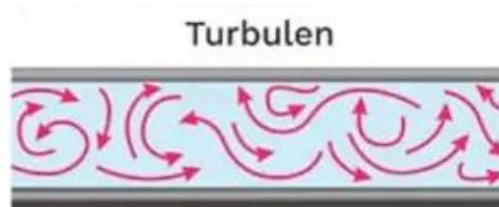
- Aliran Laminar, aliran yang bergerak dalam lapisan sejajar (*streamline*) serta tidak saling berpotongan atau berputar (*turbulen*) yang divisualisasikan seperti Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Aliran Laminar

Sumber: tsel/mm.bing.net

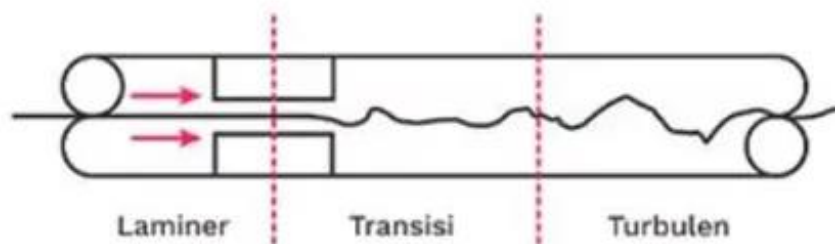
- b. Aliran turbulen, aliran yang bergerak tidak saling teratur antar garis arusnya saling bertabrakan atau menumpuk sehingga terjadi turbulensi atau pusaran pada fluida yang diilustrasikan seperti Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Aliran Turbulen

Sumber: [tse1/mm.bing.net](https://tse1.mm.bing.net)

- c. Aliran transisi, aliran yang merupakan peralihan dari aliran laminar ke turbulen maupun sebaliknya yang diilustrasikan seperti Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Aliran Transisi

Sumber: [tse1/mm.bing.net](https://tse1.mm.bing.net)

Salah satu besaran fisika yang sering diukur dalam bahasan materi fluida dinamis yaitu debit. Debit menunjukkan jumlah volume atau massa fluida yang mengalir dalam satuan waktu tertentu. Besaran debit dinyatakan dengan Persamaan (2.1):

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2.1)$$

Perlu diingat volume merupakan luas penampang kali sisi $V = A \cdot s$ dan $v = \frac{s}{t}$ maka persamaan debit fluida dinyatakan dengan Persamaan (2.2):

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{A \cdot s}{t} = A \cdot v \quad (2.2)$$

Keterangan

Q : Debit Fluida (m^3/s)

V : Volume (m^3)

t : waktu (s)

A : Luas penampang (m^2)

v : Kecepatan aliran (m/s)

Jika suatu aliran fluida dalam konteks air terjun memiliki ketinggian h tertentu, maka dapat diturunkan menjadi besaran daya debit fluida. Perlu diingat bahwasanya persamaan daya dinyatakan dengan $P = \frac{W}{t}$, di mana W merupakan usaha atau perubahan energi. Perubahan energi dalam konteks air terjun adalah nilai energi potensial yang dinyatakan dengan persamaan $EP = mgh$, perlu diingat juga dalam kajian fluida terdapat densitas atau kerapatan yang dinyatakan dengan persamaan $\rho = \frac{m}{V}$, dan untuk mencari massa maka dinyatakan dengan persamaan $m = \rho V$. Sehingga penurunan dari persamaan daya dapat menghasilkan daya oleh debit fluida yang dinyatakan dengan Persamaan (2.3):

$$P = \frac{W}{t} = \frac{EP}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho Vgh}{t} = \rho Qgh \quad (2.3)$$

Aliran dari debit fluida tersebut dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan daya listrik dengan bantuan sistem turbin dan generator yang memiliki nilai efisiensi tertentu (η). Dalam dunia nyata, tidak ada mesin yang memiliki efisiensi 100% atau mampu mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk lain seutuhnya. Namun demikian, Hukum Kekekalan Energi menegaskan bahwa energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, melainkan hanya dapat berubah wujud dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Oleh karena itu, dalam konteks air terjun energi potensial yang diberikan untuk menggerakkan turbin tidak seluruhnya dikonversi menjadi energi listrik. Sebagian energi tersebut terdisipasi menjadi bentuk energi lain yang tidak diinginkan, seperti gesekan mekanis antar turbin mengubah sebagian besar menjadi energi panas yang membuat suhu air, turbin, dan lingkungannya sedikit meningkat serta energi bunyi berupa suara bising yang dihasilkan selama proses operasi. Untuk mencari besar daya listrik yang dihasilkan dinyatakan dengan persamaan (2.4):

$$P_{Listrik} = \eta \rho Qgh \quad (2.4)$$

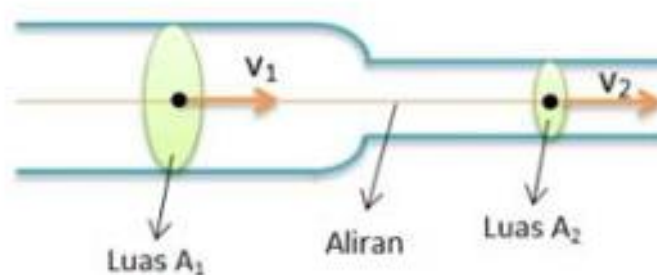
Keterangan:

$P_{Listrik}$: Daya listrik (Watt atau J/s)

η : Efisiensi/koefisien performa mesin (%)

- ρ : Massa jenis fluida/air (kg/m^3)
 Q : Debit Fluida (m^3/s)
 g : percepatan gravitasi bumi (m/s^2)
 h : ketinggian fluida (m)

Asas Kontinuitas, ketika menggunakan selang saat menyiram tanaman dengan jarak tanaman yang jauh maka ujung selang akan ditekan untuk dipersempit luas penampangnya dan air akan mengalir lebih cepat hal ini terjadi karena debit air yang masuk harus sama dengan debit air yang keluar dan dikenal dengan asas kontinuitas. Prinsip asas kontinuitas dapat diamati pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Prinsip Asas Kontinuitas dalam suatu pipa

Sumber: (Kusrini, 2020)

Jika fluida dapat dimampatkan dan mengalir dengan keadaan tunak, maka laju aliran volumenya pada setiap waktu akan tetap sama. Ketika fluida melewati pipa dengan penampang berbeda, terjadi perubahan tekanan akibat perubahan luas penampang. Dengan asumsi fluida tidak dapat dikompres, jumlah fluida yang melewati satu penampang dalam selang waktu tertentu harus sama dengan jumlah fluida yang melewati penampang lainnya (Kusrini, 2020).

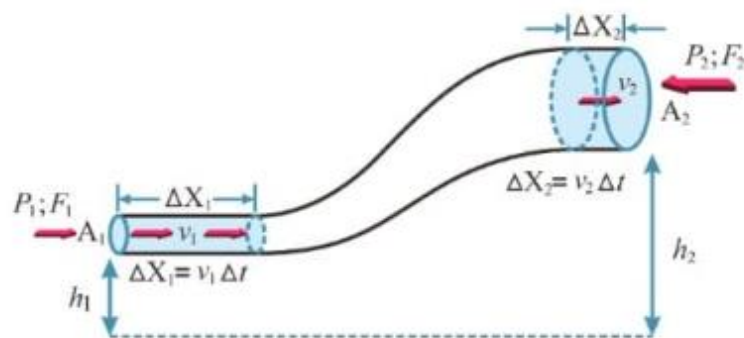
Berdasarkan Gambar 2.7 bahwasanya debit di penampang A_1 sama dengan penampang A_2 secara matematis dirumuskan dengan Persamaan (2.5):

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= Q_2 \\
 \frac{V_1}{t_1} &= \frac{V_2}{t_2} \\
 A_1 v_1 &= A_2 v_2
 \end{aligned} \tag{2.5}$$

Dalam kajian fluida dinamis, juga dikenal Hukum Bernoulli, hukum ini menyatakan bahwa apabila kecepatan aliran fluida meningkat, tekanan fluida akan

menurun secara bersamaan sejalan dengan berkurangnya energi potensialnya. Hukum Bernoulli ini dinamakan oleh ilmuwan Daniel Bernoulli pada tahun 1783.

Persamaan Hukum Bernoulli, dalam hukum Bernoulli terdapat persamaan Bernoulli yang mendasari seluruh aplikasinya. Persamaan hukum Bernoulli berkaitan dengan tekanan, kecepatan, dan ketinggian dari dua titik aliran fluida dengan massa jenis tertentu. Persamaan tersebut berdasarkan hukum kekekalan energi mekanik dan tekanan yang dapat diamati pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Ilustrasi Hukum Bernoulli

Sumber: (Kusrini, 2020)

Persamaan Bernoulli ini dituliskan secara matematis dengan Persamaan (2.6):

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad (2.6)$$

Atau diformulasikan juga dengan persamaan:

$$P + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{Konstan}$$

Keterangan

P : Tekanan (N/m^2)

g : Percepatan gravitasi (m/s^2)

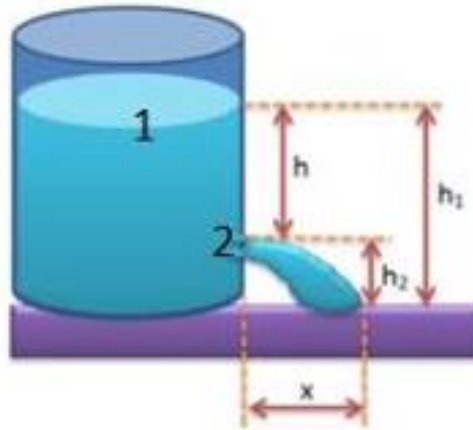
v : kelajuan fluida (m/s)

h : posisi fluida (m)

ρ : massa jenis fluida (kg/m^3)

Penerapan Hukum Bernoulli, beberapa fenomena di kehidupan sehari-hari merupakan penerapan dari prinsip Bernoulli. Seperti gaya angkat pesawat hingga semprotan pada obat nyamuk ataupun sebagainya.

Teorema Torricelli, salah satu penerapan dari Bernoulli ada pada tangki air berlubang. Teorema Torricelli ini menunjukkan peristiwa sebuah tabung yang berisikan fluida zat cair dengan ketinggian permukaan tersebut sebesar h dan memiliki kebocoran pada ketinggian h_2 . Secara ilustrasi dapat diamati pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Tangki Air Berlubang

Sumber: (Kusrini, 2020)

Apabila permukaan fluida diasumsikan dengan permukaan 1 dan lubang kebocoran adalah permukaan 2, maka asas Benoulli dapat dirumuskan dengan Persamaan (2.7):

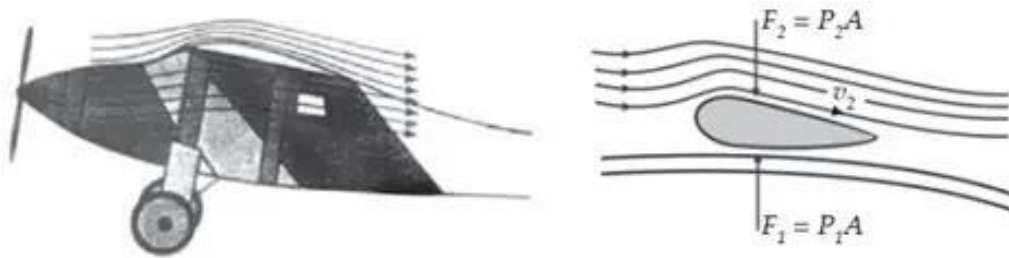
$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad (2.7)$$

Karena $P_1 = P_2$ dan $v_1 = 0$ maka ($v_1 \ll v_2$) sehingga nilai dari kecepatan pada permukaan 2 mengikuti Persamaan (2.8):

$$\begin{aligned} \rho gh_1 &= \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2 \\ gh_1 &= \frac{1}{2}v_2^2 + gh_2 \\ v_2^2 &= 2g(h_1 - h_2) \\ v_2 &= \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Gaya Angkat Pesawat, pesawat dapat terbang dengan stabil karena kontribusi dari desain sayap pesawat yang bisa menghasilkan gaya angkat. Supaya pesawat dapat terangkat, nilai dari gaya angkat harus lebih besar dibandingkan

dengan gaya berat pesawat tersebut. Pada penampang pesawat, sayap memiliki bentuk atasnya lebih melengkung sedangkan bagian bawahnya lebih mendatar. Hal tersebut berdampak pada laju aliran udara yang lebih cepat dan menghasilkan garis rapatan udara yang lebih pendek dibandingkan dengan bagian bawah. Di mana kerapatan udara lebih tinggi mengakibatkan tekanan bagian atas lebih kecil dibandingkan dengan bagian bawah dan terbalik dengan kecepatan udaranya. Konsep gaya angkat pesawat dapat diamati pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Gaya Angkat Pesawat

Sumber: tsel.mm.bing.net

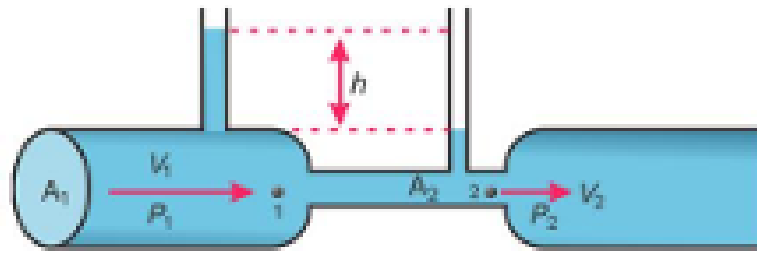
Untuk menentukan nilai gaya angkat pesawat tersebut dapat menggunakan Persamaan (2.9):

$$F_{angkat} = F_1 - F_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) A \quad (2.9)$$

Salah satu penerapan Hukum Bernoulli pada sebuah kendaraan juga dapat ditemukan melalui kendaraan mobil formula 1 (F1). Mobil F1 dapat melaju dengan sangat cepat dan menempel pada lintasan trek menerapkan prinsip aerodinamika. Aerodinamika adalah salah satu turunan cabang ilmu fisika yang mempelajari bagaimana fluida bergerak dan berinteraksi dengan benda atau apapun yang dilewatinya. Terdapat empat buah gaya yang bekerja ketika terjadinya interaksi antara fluida berupa zat gas dengan suatu benda misalnya pada kendaraan. Diantaranya, gaya angkat, gaya berat, gaya normal, dan gaya hambat.

Pipa Venturimeter, alat ini digunakan untuk mengukur laju aliran suatu cairan dalam sebuah pipa. Terdapat dua jenis pipa venturimeter yakni pipa venturimeter tanpa manometer dan dengan manometer.

Ilustrasi pipa venturimeter tanpa manometer atau tanpa alat ukur tekanan dapat diamati pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Pipa Venturimeter tanpa Manometer

Sumber: (Kusrini, 2020)

Dengan menggunakan asas Bernoulli, maka

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

Karena $h_1 = h_2$, maka untuk mengetahui perubahan tekanan yang terjadi dapat menggunakan Persamaan (2.10):

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2$$

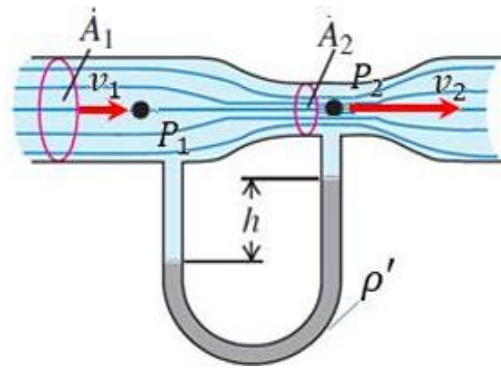
$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) \quad (2.10)$$

Perlu diingat $P_1 - P_2 = \rho g \Delta h$, maka kecepatan pada pipa permukaan 2 sesuai dengan Persamaan (2.11) dan pada pipa permukaan 1 mengikuti Persamaan (2.12):

$$v_2 = \sqrt{\frac{2g\Delta h}{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}} \quad (2.11)$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2g\Delta h}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}} \quad (2.12)$$

Pipa Venturimeter dengan Manometer secara ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Pipa Venturimeter dengan Manometer

Sumber: (Kusrini, 2020)

Apabila venturimeter dilengkapi dengan manometer (di mana pipa U berisi zat cair lain, maka kecepatan fluida ditentukan menggunakan Persamaan (2.13):

$$v_1 = \sqrt{\frac{2gh(\rho' - \rho)}{\rho\left(\frac{A_1^2}{A_2^2} - 1\right)}} \quad (2.13)$$

Dengan

ρ' : massa jenis fluida pada manometer (kg/m^3)

ρ : massa jenis fluida yang diukur kecepatannya (kg/m^3)

h : perbedaan tinggi fluida pada manometer (m)

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian berjudul “Pengaruh Model *Ethno-Flipped Classroom* Terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta Didik Pada Materi Fluida Dinamis” meliputi sebagai berikut.

Penelitian yang dilakukan oleh Khasanah (2022) menyimpulkan bahwa penerapan model *flipped classroom* dilaksanakan melalui 2 tahap kegiatan yaitu mempelajari materi, video, dan mengerjakan tugas di rumah dilanjutkan dengan kegiatan berdiskusi, kolaborasi, dan melatih berpikir kritis saat pembelajaran tatap muka berlangsung yang menunjukkan terjadinya peningkatan keaktifan peserta didik pada pembelajaran di siklus kedua. Selain itu, penerapan model tersebut juga berkontribusi terhadap peningkatan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada indikator mengevaluasi memperoleh nilai 81 di siklus kedua.

Penelitian yang dilakukan Latifah (2023) menyimpulkan bahwa pembelajaran dengan model *flipped classroom* mampu meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan soal-soal yang menuntut keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) pada topik *procedure text*. Hal ini dibuktikan dengan terjadinya peningkatan nilai *posttest* dari yang semula *pretest* sebesar 78,5 menjadi 87,5. Rata-rata tersebut juga menunjukkan peningkatan jumlah peserta didik yang tuntas yakni sebanyak 28 peserta didik dari yang semula hanya 19 peserta didik yang tuntas dengan jumlah siswa keseluruhan sebanyak 32 siswa. Melalui pembelajaran *flipped classroom* peserta didik dan guru berinteraksi dengan waktu yang lebih leluasa untuk menerapkan konsep yang sudah dipahami sebelumnya. Sehingga guru memiliki waktu yang cukup untuk mengasah keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam menyelesaikan soal HOTS yang menantang.

Hasil penelitian dari Wisniari (2023) menyimpulkan terdapat perbedaan keterampilan berpikir tingkat tinggi pada pelajaran fisika antar siswa yang belajar dengan model PBFCL dan siswa yang belajar dengan model DI. Hal ini ditunjukkan dengan angka signifikansi 0,001 ($\alpha < 0,05$) yang berarti hipotesis penelitian diterima. Hasil keterampilan berpikir Tingkat tinggi siswa yang belajar dengan model PBFCL memperoleh nilai rata-rata=75,42 dengan SD = 9,30 lebih tinggi dibandingkan dengan keterampilan berpikir tingkat tinggi kelompok model *Direct Instruction* dengan nilai rata-rata 44,56 dan SD =7,69.

Kajian literatur yang dilakukan oleh Kusmiyati & Martani (2022) ditemukan hasil sintesis bahwasanya penerapan *flipped classroom* sangat efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir HOTS siswa. Hal ini karena, dengan *flipped classroom* siswa mampu menganalisis masalah, mengevaluasi, serta menciptakan karya. Ini juga terjadi dengan adanya pemberian video atau bahan materi ajar sebelum pembelajaran di kelas sehingga ketika di kelas berlangsung siswa punya kesempatan berdiskusi, debat, presentasi ataupun membuat karya melalui *project*.

Penelitian yang dilakukan Meyllinda *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran *ethno-flipped classroom* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis peserta didik. Akan tetapi, dalam penelitian

ini terdapat kendala yang dialami peneliti yaitu terdapat beberapa peserta didik yang tidak menonton video pembelajaran dengan bukti tidak membawa tugas ketika pembelajaran tatap muka berlangsung. Selain itu, peserta didik juga belum terbiasa dengan pembelajaran yang dikaitkan dengan etnomatematika namun ketika pembelajaran di kelas masih dapat diatasi karena adanya bimbingan dari peneliti.

Temuan dari Rachma *et al.*, (2025) memberikan informasi dengan penerapan model *Problem-Based Hybrid Learning* (Pro-BHL) dengan bantuan simulasi o-Labs berpengaruh secara signifikan terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada materi kalor dan perpindahannya. Model ini menuntun pemecahan masalah peserta didik yang menekankan adanya proses belajar secara *hybrid* yang di mana memiliki sifat yang sama dengan *flipped classroom* yaitu adanya proses belajar terlebih dahulu dengan pemanfaatan teknologi. Penerapan dari model ini memberikan masukan untuk lebih baik di kajian selanjutnya. Salah satunya adalah untuk mengetahui aktivitas siswa secara *real time* yang mempelajari materi dapat menggunakan suatu LMS.

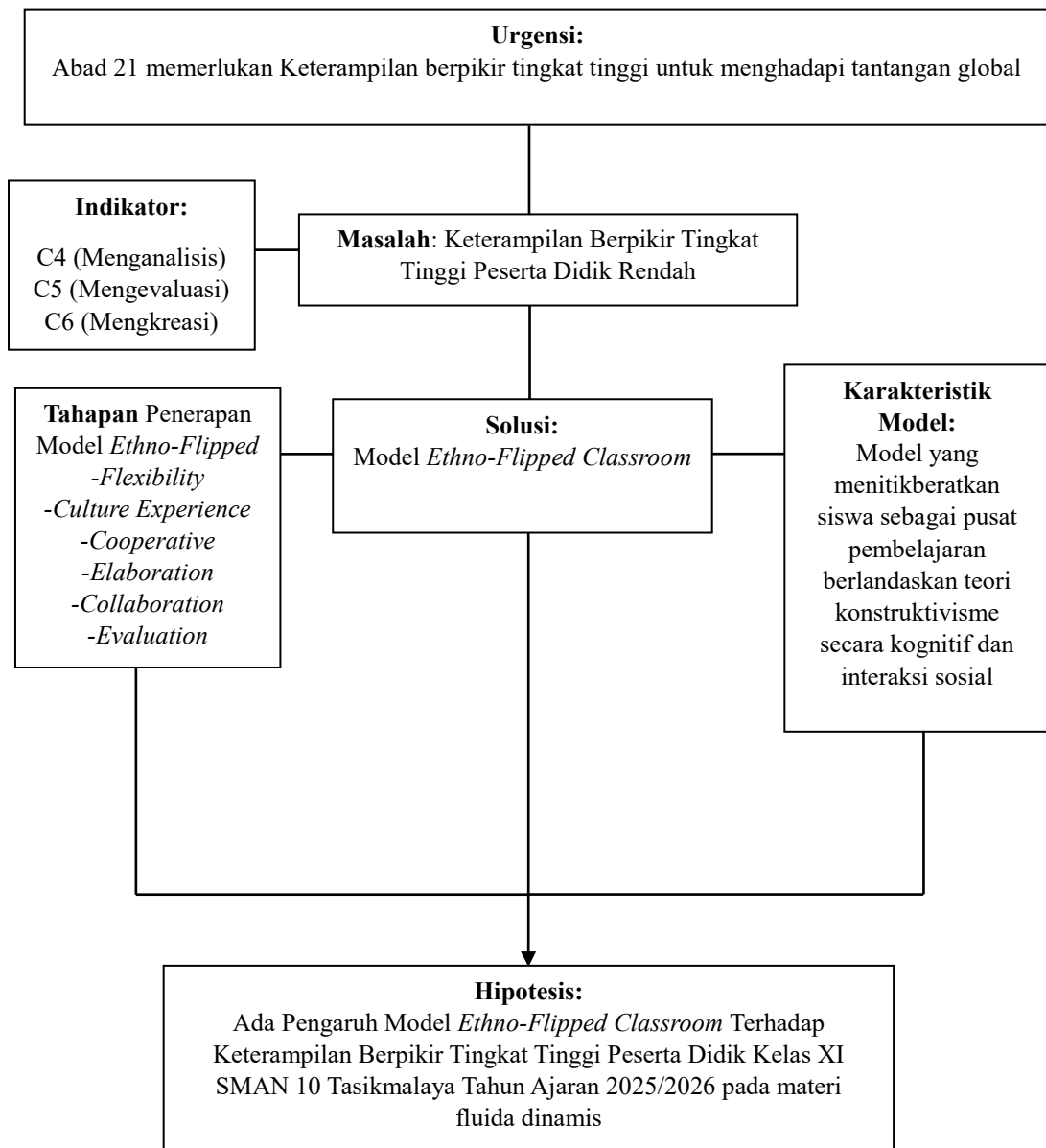
2.3 Kerangka Konseptual

Pembelajaran abad 21 menuntut peserta didik untuk memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi yang melibatkan kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan mengkreasi. Akan tetapi, berdasarkan observasi awal yang dilakukan diperoleh keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik masih tergolong rendah. Hal ini didasarkan aktivitas pembelajaran yang belum melibatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran, tes yang diberikan belum mendukung dalam melatih HOTS, hingga alokasi pembelajaran yang belum optimal. Maka dari itu diperlukan model pembelajaran yang dapat memfasilitasi peserta didik untuk memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi dan mengoptimalkan kegiatan pembelajaran.

Model *ethno-flipped classroom* dipilih sebagai alternatif pembelajaran yang berpotensi mengatasi permasalahan berpikir tingkat tinggi yang belum optimal. Model ini menghadirkan nuansa fleksibilitas dengan adanya integrasi konteks budaya dalam pembelajaran serta menjadikan peserta didik terlibat aktif pada kegiatan pembelajaran. Selain itu, model ini berlandaskan teori belajar konstruktivisme secara kognitif dan sosial. Kendala utama dalam implementasi

ethno-flipped classroom adalah memastikan peserta didik benar-benar mempelajari materi sebelum pembelajaran tatap muka. Pemanfaatan LMS edukati.com menjadi solusi karena platform ini dapat merekam aktivitas belajar peserta didik seperti durasi, intensitas, dan waktu terakhir mengakses materi. Tahapan model *ethno-flipped classroom* dimulai dari *flexibility* yang dapat mendukung peserta didik untuk mengaktifkan pengetahuan dengan belajar secara mandiri sehingga mempermudah untuk menganalisis suatu konsep. Berikutnya tahap *culture experience* dapat mendorong peserta didik menganalisis suatu fenomena budaya yang berkaitan dengan konsep dan mengevaluasi kesesuaiannya. Berikutnya pada tahap *cooperative*, *elaboration* dan *collaboration* juga memberikan ruang peserta didik berkolaborasi dan berdiskusi membentuk suatu pemahaman, dan terakhir di tahap *evaluation* dapat melatih kemampuan peserta didik dengan pemberian tes yang melatih berpikir tingkat tinggi.

Berdasarkan kajian empiris sebelumnya menunjukkan penerapan model *flipped classroom* dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Dengan demikian, penerapan model *ethno-flipped classroom* diperkirakan mampu memberikan pengaruh terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi, khususnya pada kemampuan kognitif tingkat C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi), dan C6 (mengkreasikan). Sehingga seharusnya, dengan menerapkan model *ethno-flipped classroom* tentu juga berpotensi dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik, terkhusus pada pembelajaran fisika pada materi fluida dinamis. Adapun bagan kerangka konseptual penelitian ini disajikan pada Gambar 2.13.



Gambar 2. 13 Kerangka Konseptual

2.4 Hipotesis Penelitian

Merujuk pada pertanyaan penelitian, maka hipotesis dalam studi ini adalah sebagai berikut.

H_0 : Tidak Ada Pengaruh Model *Ethno-Flipped Classroom* Terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta Didik kelas XI SMAN 10 Tasikmalaya Tahun Ajaran 2025/2026 pada materi fluida dinamis.

H_a : Ada Pengaruh Model *Ethno-Flipped Classroom* Terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta Didik kelas XI SMAN 10 Tasikmalaya Tahun Ajaran 2025/2026 pada materi fluida dinamis.