

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Keterampilan berpikir tingkat tinggi atau dalam bahasa Inggris disebut *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS) pertama kali dikemukakan oleh seorang penulis sekaligus *Associate Professor* dari *Duquesne University* bernama Susan M. Brookhart dalam bukunya yang berjudul “*How to Assess Higher-Order Thinking Skills in Your Classroom*” (2010). Brookhart menjelaskan bahwa keterampilan berpikir tingkat tinggi paling tidak memuat akan tiga hal, yaitu: belajar bermakna, berpikir kritis, dan kemampuan pemecahan masalah.

Keterampilan berpikir tingkat tinggi diartikan sebagai proses berpikir yang mendalam tentang pengolahan informasi dalam menghadapi dan menyelesaikan masalah yang bersifat kompleks dan melibatkan keterampilan menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta (Rohim, 2019). Menurut Wasis, Rahayu, Sunarti, & Indana (2020), proses berpikir tingkat tinggi memiliki ciri, yakni berpikir logis, kritis, evaluatif, kreatif, dan solutif. Dalam penelitian ini, indikator keterampilan berpikir tingkat tinggi berkaitan dengan taksonomi Bloom revisi Anderson & Krathwohl. Taksonomi Bloom pertama kali diperkenalkan oleh Benjamin Bloom pada tahun 1956 dan direvisi oleh Lorin W. Anderson dan David R. Krathwohl pada tahun 1994 (Kusuma, Siahaan, & Yuhana, 2015).

Berdasarkan taksonomi Bloom revisi Anderson & Krathwohl (2001), level kognitif terdiri atas 6 level, yaitu C1-mengingat (*remembering*), C2-memahami (*understanding*), C3-menerapkan (*applying*), C4-menganalisis (*analysing*), C5-mengevaluasi (*evaluating*), dan C6-mencipta (*creating*). Anggraini & Pratiwi (2019) menjabarkan bahwa untuk C1 sampai C3 termasuk pada keterampilan berpikir tingkat rendah, sedangkan C4 sampai C6 termasuk pada keterampilan berpikir tingkat tinggi. Menurut Wasis, et al. (2020), level kognitif taksonomi Bloom revisi dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: LOTS (keterampilan berpikir tingkat rendah) meliputi C1 dan C2; MOTS (keterampilan berpikir tingkat menengah) meliputi C3; dan HOTS (keterampilan berpikir tingkat tinggi) meliputi

C4, C5, dan C6. Akan tetapi, pada dasarnya inti dari kedua pendapat tersebut tetap menunjukkan hal yang sama, yakni C4, C5, & C6 masih dalam cakupan HOTS.

Ariyana, et al. (2018) menjelaskan level-level kognitif dari taksonomi Bloom revisi Anderson & Krathwohl yang termasuk ke dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi. Klasifikasi level-level tersebut ditunjukkan oleh Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Proses Kognitif Sesuai dengan Level Kognitif Bloom Revisi

Proses Kognitif		Definisi
C4	HOTS	Menganalisis
C5		Memecah materi ke dalam bagian-bagiannya dan menentukan bagaimana bagian-bagian tersebut terhubung antarbagian dan ke struktur atau tujuan keseluruhan
C6		Membuat pertimbangan berdasarkan kriteria atau standar
		Mengkreasi/ Mencipta
		Menempatkan unsur-unsur secara bersama-sama untuk membentuk keseluruhan secara koheren atau fungsional; menyusun kembali unsur-unsur ke dalam pola atau struktur baru.

Sumber: Ariyana, et al. (2018)

Adapun menurut Anderson & Krathwohl (2001), struktur proses level kognitif untuk taksonomi Bloom revisi, khususnya C4, C5, dan C6 dapat diturunkan menjadi beberapa kata kerja operasional. Akan tetapi, sebagai catatan bahwa pada saat ini turunan kata kerja operasional tersebut tentunya semakin beragam. Untuk memberikan gambaran dari turunan kata kerja operasional level kognitif taksonomi Bloom revisi Anderson & Krathwohl dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Beberapa Turunan Kata Kerja Operasional Level Kognitif Taksonomi Bloom Revisi Anderson & Krathwohl

Level Kognitif	Turunan Kata Kerja Operasional Level Kognitif	Definisi dan Contohnya
C4 (Menganalisis)	<ul style="list-style-type: none"> – Membedakan – Mengorganisasikan – Mengatribusi 	Membedakan relevansi dari bagian yang tidak relevan atau penting dari bagian yang tidak penting pada materi yang disajikan (misalnya, membedakan antara angka yang relevan dan angka yang tidak relevan dalam persoalan matematika)

Level Kognitif	Turunan Kata Kerja Operasional Level Kognitif	Definisi dan Contohnya
C5 (Mengevaluasi)	<ul style="list-style-type: none"> – Memeriksa – Memeriksa 	Mendeteksi inkonsistensi atau kekeliruan dalam suatu proses atau produk, menentukan apakah suatu proses atau produk memiliki konsistensi internal: mendeteksi keefektifan prosedur saat diimplementasikan (misalnya, menentukan apakah kesimpulan ilmuwan mengikuti dari data yang diamati)
C6 (Mencipta)	<ul style="list-style-type: none"> – Menghasilkan – Merencanakan – Memproduksi 	Menghasilkan hipotesis alternatif berdasarkan kriteria (misalnya menghasilkan hipotesis untuk menjelaskan fenomena yang diamati)

Sumber: Anderson & Krathwohl (2001)

Karakteristik dari keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dalam penelitian ini didasarkan pada taksonomi Bloom revisi ranah kognitif (meliputi C4, C5, dan C6) memiliki kesamaan dengan model pembelajaran CUPs yang menjadi salah satu model pembelajaran dengan menekankan pada ranah kognitif. Oleh sebab itu, jika ditinjau keterkaitan antara karakteristik HOTS dengan model pembelajaran CUPs, maka kedua hal tersebut memiliki keterkaitan yang cukup erat karena sama-sama berfokus pada ranah kognitif.

2.1.2 Model Pembelajaran *Conceptual Understanding Procedures* (CUPs)

Model pembelajaran yang digunakan pada kelas eksperimen ialah dengan menggunakan model pembelajaran *Conceptual Understanding Procedures* (CUPs). Model pembelajaran CUPs memiliki karakteristik pembelajaran konstruktivisme dan pembelajaran kooperatif (Sahdan, 2018). Model pembelajaran tersebut dikembangkan pada akhir tahun 1990-an di *Monash University* (Australia) yang awalnya digunakan untuk mendukung mahasiswa fisika dalam memahami materi mekanika serta menyoroti konsepsi alternatif potensial mahasiswa tersebut di tahun pertama mereka masuk universitas (Carpendale & Cooper, 2021).

Model CUPs menggunakan tipe pembelajaran konstruktivisme, yaitu pembelajaran yang berdasarkan pada keyakinan bahwa peserta didik membangun

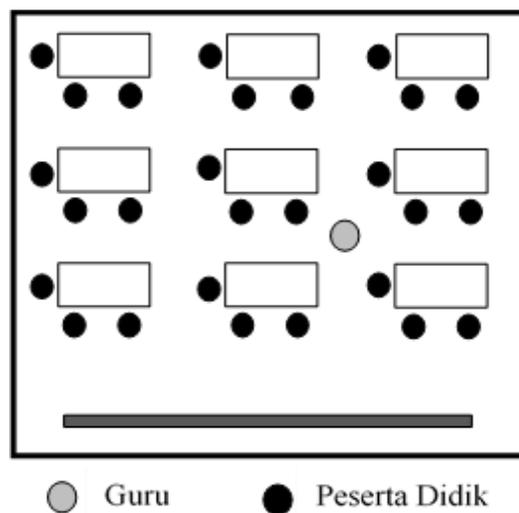
pemahaman konsep mereka sendiri dengan memodifikasi atau memperluas pengetahuan yang sudah ada (Fitriani, Gunawan, & Sutrio, 2017). Teori belajar konstruktivisme diartikan sebagai pengetahuan yang tidak dapat ditemukan, tetapi diciptakan oleh subjek itu sendiri (peserta didik) atau dengan kata lain bahwa pengetahuan tidak ditularkan oleh guru melainkan dibangun secara individual oleh peserta didik (Penny & Mitch, 2019).

Model pembelajaran CUPs dapat menunjang kegiatan pembelajaran secara berkelompok karena merupakan salah satu model dengan tipe kooperatif. Model pembelajaran tipe kooperatif adalah model pembelajaran yang dilaksanakan dengan cara berkelompok untuk bekerja sama dan saling membantu mengonstruksi konsep serta menyelesaikan persoalan berbasis penemuan atau inkuiri (Nana, 2021). Di dalam pembelajaran tipe kooperatif, para peserta didik diharapkan dapat saling membantu, saling berdiskusi, dan berargumentasi untuk mengasah pengetahuan yang telah dikuasai sebelumnya dan menutup kesenjangan dalam pemahaman masing-masing peserta didik (Ardianti, 2019).

Model pembelajaran CUPs adalah salah satu tipe pembelajaran konstruktivisme dan kooperatif. Model tersebut setidaknya mampu mengembangkan kemampuan komunikasi (*communication*), kolaborasi (*collaborative*), berpikir kritis dan pemecahan masalah (*critical thinking and problem solving*), serta kreatif dan inovatif (*creativity and innovation*) peserta didik. Adapun penerapan model pembelajaran CUPs terdiri dari tiga fase, yaitu: fase kerja individu; fase kerja kelompok; dan fase presentasi hasil kerja kelompok (Amri, Rusilowati, & Wiyanto, 2017). *Fase kerja individu*, guru memberikan stimulus kepada peserta didik sehingga dapat menumbuhkan rasa ingin tahu dan peserta didik dapat membangun pemahaman mereka secara mandiri dengan menyelesaikan berbagai persoalan yang diberikan. *Fase kerja kelompok*, peserta didik diminta untuk membuat kelompok dan mendiskusikan suatu permasalahan yang diberikan. *Fase presentasi hasil kerja kelompok*, di mana terdapat satu kelompok yang mempresentasikan hasil kerja kelompoknya dan kelompok lain akan memberikan tanggapan untuk mencapai pemahaman bersama yang sesuai dengan konsep maupun fakta sebenarnya. Menurut Mariana & Praginda (2009),

uraian secara rinci dari setiap fase yang terdapat dalam model CUPs, ialah sebagai berikut.

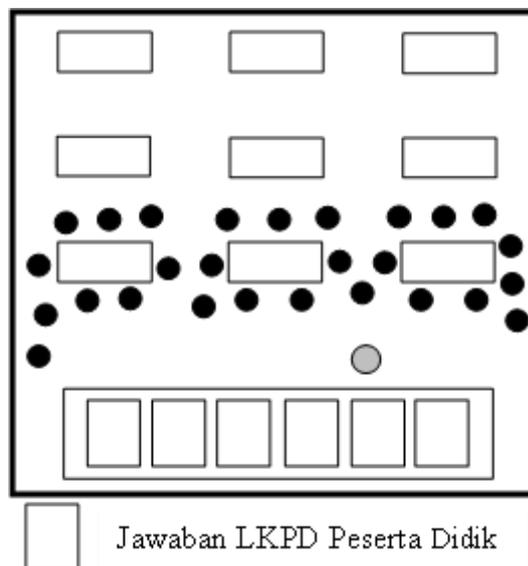
- a. Peserta didik dihadapkan pada suatu masalah fisika untuk dipecahkan secara individu.
- b. Peserta didik dikelompokkan di mana dalam tiap kelompok terdiri dari tiga peserta didik (*triplet*) dengan beragam kemampuan (tinggi-sedang-rendah) berdasarkan kategori yang dibuat guru dari nilai ulangan sebelumnya. Dalam pembagian kelompok, seorang peserta didik laki-laki harus selalu ada dalam tiap kelompok. Jika kelas tidak dapat dikelompokkan per-tiga peserta didik, maka disusun keseluruhan kelas menjadi *triplet* dan sisanya digabungkan ke *triplet* yang telah ada. Model *triplet* digambarkan oleh Gambar 2.1.



**Gambar 2.1 Cara Membagi Kelompok Triplet
(Mariana & Praginda, 2009)**

- c. Setelah peserta didik dikelompokkan, kemudian setiap kelompok mendiskusikan permasalahan yang sama dan permasalahan tersebut harus dipecahkan secara berkelompok. Dalam pelaksanaan diskusi kelompok (*triplet*), guru berkeliling untuk mengklasifikasi hal-hal yang berkenaan dengan masalah bila diperlukan, tetapi guru tidak terlibat jauh dalam diskusi.
- d. Diskusi kelas. Dalam tahap ini hasil kerja *triplet* dipajang di depan kelas, kemudian seluruh peserta didik duduk di dekat pajangan jawaban membentuk

U sehingga semua peserta didik dapat melihat seluruh jawaban secara jelas, seperti Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pelaksanaan Diskusi (Mariana & Praginda, 2009)

Setelah kegiatan diskusi pada fase kerja kelompok, guru memilih satu kelompok untuk melakukan presentasi (kelompok presentator). Kelompok lainnya yang tidak dipilih diberikan keleluasaan untuk memberikan argumen atau menanggapi hasil diskusi kelompok presentator secara aktif. Jika kelompok yang tidak presentasi memiliki jawaban yang berbeda dengan kelompok presentator, maka guru memberikan kesempatan kelompok tersebut untuk menjelaskan terkait jawaban yang dipilihnya. Kemudian ketika hasil diskusi dihadapkan dengan jawaban yang kurang tepat, maka guru meluruskan jawaban tersebut dengan cara memberikan pertanyaan sebagai bentuk rangsangan agar peserta didik menemukan jawaban yang sebenarnya, sehingga jawaban akhir yang didapat dari diskusi merupakan jawaban terbaik yang dihasilkan dari proses berpikir dan investigasi peserta didik itu sendiri.

Model pembelajaran CUPs memungkinkan peserta didik belajar secara aktif dan menjadikan pembelajaran berpusat pada peserta didik atau dikenal dengan *student center learning*. Akan tetapi, setelah kegiatan pada fase presentasi, hasil pembelajaran tentu memiliki kemungkinan di mana jawaban antara kelompok presentator dengan kelompok *tripet* lainnya berbeda ataupun pemahaman konsep

dari semua kelompok tidak mencapai pemahaman yang seharusnya. Oleh sebab itu, peran guru dalam hal ini sangat dibutuhkan sebagai fasilitator dan mediator dalam kegiatan pembelajaran.

Sari (2017) juga menjelaskan kegiatan dari setiap fase yang dilakukan oleh guru dan peserta didik dalam model pembelajaran CUPs. Hal tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kegiatan Pembelajaran dengan Model CUPs

Fase-fase	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik
Fase 1 Kerja Individu	- Memberikan pertanyaan	- Memberikan jawaban untuk mengemukakan pengetahuan awal tentang konsep
Fase 2 Kerja Kelompok	- Membagi kelompok - Memberikan lembar kerja kelompok	- Mengelompokkan diri - Melakukan kerja kelompok dan mengerjakan lembar kerja secara berkelompok - Menyelidiki dan menemukan konsep melalui pengumpulan data serta pengorganisasian data dalam kegiatan - Memikirkan penjelasan dan solusi yang didasarkan pada hasil observasi peserta didik (diskusi)
Fase 3 Presentasi	- Fasilitator dan evaluasi hasil kerja kelompok	- Mempresentasikan hasil diskusi

Sumber: Sari (2017)

Adapun hasil sintesis peneliti terkait uraian kegiatan model pembelajaran CUPs beserta keterkaitan model tersebut dengan keterampilan berpikir tingkat tinggi atau HOTS dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Hasil Sintesis Peneliti Terkait Kegiatan Pembelajaran Menggunakan Model CUPs dan Kaitannya dengan HOTS yang Ditingkatkan

Fase-fase	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	HOTS yang Ditingkatkan
Fase 1 Kerja Individu	- Mengajukan pertanyaan faktual untuk membangkitkan minat belajar	- Menjawab pertanyaan sebagai gambaran awal pemahaman peserta didik	- Menganalisis (C4)

Fase-fase	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	HOTS yang Ditingkatkan
	<ul style="list-style-type: none"> - Memberikan pendahuluan materi - Membagikan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) individu 	<ul style="list-style-type: none"> - Menganalisis pendahuluan yang diberikan - Memecahkan persoalan yang terdapat dalam LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) individu 	
Fase 2 Kerja Kelompok	<ul style="list-style-type: none"> - Membagi kelompok <i>triplet</i> dengan pertimbangan bahwa kemampuan peserta didik di dalam satu kelompok adalah heterogen (kemampuan tinggi, sedang, dan rendah) berdasarkan nilai ujian sebelumnya - Memberikan LKPD kelompok - Memantau kegiatan kelompok 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengelompokkan diri menjadi kelompok <i>triplet</i> sebagaimana pertimbangan yang diberikan - Bekerjasama dalam menyelesaikan tugas kelompok - Berdiskusi untuk menentukan solusi penyelesaian masalah 	<ul style="list-style-type: none"> - Menganalisis (C4) - Mengevaluasi (C5) - Mencipta (C6)
Fase 3 Presentasi	<ul style="list-style-type: none"> - Meminta perwakilan kelompok <i>triplet</i> untuk mempresentasikan hasil kerja kelompok - Memberi kesempatan tanya-jawab - Memfasilitasi jalannya presentasi 	<ul style="list-style-type: none"> - Mempresentasikan hasil kerja kelompok - Berusaha untuk lebih aktif dan kritis dalam menanggapi hasil diskusi kelompok 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengevaluasi (C5)

Sumber: Hasil Sintesis Peneliti

Penerapan model pembelajaran CUPs memiliki beberapa kelebihan. Salah satu kelebihan dari penerapan model pembelajaran CUPs ialah: (1) peserta didik dapat lebih memahami konsep yang diajarkan sebab peserta didik dapat menemukan konsep tersebut secara mandiri sekaligus berkelompok; (2) pengetahuan tertanam berdasarkan skema yang dimiliki oleh peserta didik sehingga pembelajaran lebih bermakna; dan (3) peserta didik dapat merasakan manfaat

pembelajaran secara faktual dan aktual karena masalah-masalah yang diselesaikan berkaitan dengan kehidupan nyata (Pratiwi, 2020).

2.1.3 Model Pembelajaran *Direct Instruction* (DI)

Model pembelajaran yang digunakan di kelas kontrol ialah menggunakan model pembelajaran *Direct Instruction* (DI). Model pembelajaran DI adalah model pembelajaran yang bersifat *teacher centered learning* atau pembelajaran yang berpusat pada guru (Asmonah, 2019). Kegiatan pembelajaran menggunakan model DI dirancang untuk menunjang peserta didik dalam memahami demonstrasi pengetahuan dan keterampilan yang diberikan oleh guru. Menurut Sani, Rahayu, & Hikmawati (2018), model pembelajaran DI merupakan model pembelajaran di mana seorang guru menyampaikan informasi secara langsung kepada peserta didik dengan memperhatikan tahapan-tahapan yang ada.

Menurut Winarno, Muthu, & Ling (2018), banyak penelitian mengungkapkan bahwa model pembelajaran *Direct Instruction* (DI) dapat meningkatkan pengetahuan peserta didik. Winarno et al. melanjutkan bahwa model DI memiliki karakteristik di mana mata pelajaran disampaikan melalui interaksi tatap muka dengan pendidik dan materi yang diurutkan secara sengaja serta diajarkan secara eksplisit. Menurut Simbolon (2020), pembelajaran dengan model DI sangat bergantung pada kontrol guru pada proses pembelajaran. Oleh sebab itu, agar peserta didik bisa mendapatkan pemahaman yang diharapkan, maka (1) guru perlu memberikan pembahasan sejelas mungkin; (2) pembelajaran diurutkan untuk mendapatkan kesimpulan yang benar sehingga peserta didik nantinya dapat mempelajari konsep baru; (3) pembelajaran perlu didukung dengan penunjang pembelajaran yang mencukupi; dan (4) guru perlu melibatkan langkah-langkah sesedikit mungkin untuk mendorong pembelajaran yang lebih efisien.

Model pembelajaran DI dapat terlaksana secara efisien jika contoh pembelajaran dipilih secara cermat. Selain itu, agar proses pembelajaran dapat terlaksana secara efisien, maka guru perlu memahami sintaks model tersebut dengan baik. Sintaks atau fase model pembelajaran DI yang dimaksud dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Sintaks atau Fase Model Pembelajaran *Direct Instruction* (DI)

Sintaks atau Fase	Aktivitas Guru
Menyampaikan Tujuan dan Mempersiapkan Peserta Didik	Guru menarik perhatian peserta didik dan memastikan mereka siap untuk belajar sebagaimana tujuan pembelajaran, memberi informasi latar belakang, dan menjelaskan mengapa pelajaran tersebut penting.
Mendemonstrasikan Pengetahuan dan Keterampilan	Guru mendemonstrasikan keterampilan dengan benar atau menyajikan informasi langkah demi langkah.
Membimbing Pelatihan	Guru menyusun latihan awal.
Mengecek Pemahaman dan Memberikan Umpan Balik	Guru memeriksa apakah peserta didik melakukan instruksi dengan benar dan memberikan umpan balik.
Memberikan Kesempatan untuk Latihan Mandiri	Guru menetapkan kondisi untuk perpanjangan pelatihan dengan memperhatikan transfer keterampilan untuk situasi yang lebih kompleks.

Sumber: Arends (2012)

Walaupun sintaks atau fase model DI terlihat sederhana, tetapi guru perlu menyesuaikan antara penggunaan model DI dengan tujuan pembelajaran yang akan diajarkan. Dalam fase model DI, pembelajaran dimulai dengan guru menjelaskan pentingnya peserta didik memahami materi yang akan diajarkan. Guru pun perlu memberikan motivasi kepada peserta didik sehingga kesiapan belajar dapat dimiliki oleh peserta didik (baik secara fisik maupun secara psikis). Pada proses selanjutnya, pembelajaran dapat dilanjutkan dengan presentasi materi pelajaran oleh guru. Untuk mendapatkan hasil pembelajaran yang diinginkan, guru perlu memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan kegiatan pelatihan. Selain itu, guru harus senantiasa memberikan kesempatan kepada peserta didik supaya dapat mentransfer pengetahuan maupun keterampilan yang diajarkan ke dalam situasi kehidupan nyata.

Pembelajaran dengan model DI cukup menunjang kemampuan peserta didik dalam memahami konteks materi yang diajarkan. Hal tersebut turut diungkapkan oleh Setyawan & Riadin (2020) yang menyatakan bahwa kelebihan model DI ialah dapat merancang kegiatan pembelajaran secara spesifik untuk meningkatkan pengetahuan faktual yang diajarkan secara tahap demi tahap dengan

tujuan untuk membantu peserta didik menguasai pengetahuan prosedural yang dibutuhkan untuk melakukan berbagai keterampilan kompleks.

2.1.4 Tinjauan Materi Fluida Dinamis

Dalam kajian fisika, materi fluida dinamis sering kali dijadikan sebagai bahan suatu penelitian. Adapun beberapa temuan penelitian yang menggunakan materi fluida dinamis ialah sebagai berikut.

Makrufi, Hidayat, Muhardjito, dan Sriwati (2016) menemukan bahwa peserta didik memiliki kemampuan pemecahan masalah yang tergolong rendah pada materi fluida dinamis terutama pada aspek *logical progression* yang mengharuskan peserta didik untuk mengevaluasi solusi dan proses pemecahan masalah. Salah satu penyebab dari temuan tersebut ialah karena peserta didik sulit menghubungkan konsep fluida dinamis dengan konsep sebelumnya (peserta didik hanya tahu persamaan).

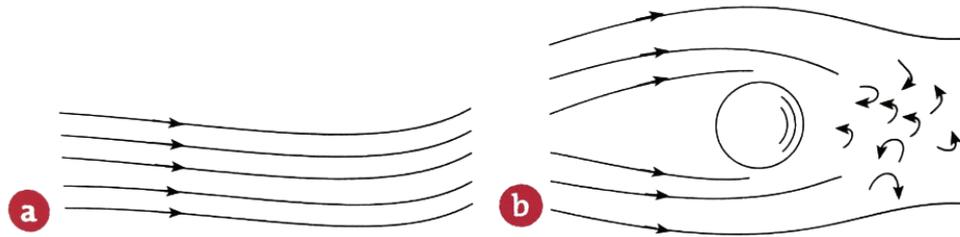
Rahayu, Harijanto, & Lesmono (2018) menemukan bahwa tingkat kemampuan berpikir kritis peserta didik di SMA Negeri 3 Jember pada indikator menganalisis berada pada kategori sedang. Dengan indikator tersebut diharapkan dapat menjadikan peserta didik bisa menuliskan apa yang harus dilakukan dalam menyelesaikan soal. Namun, pada kenyataannya, masih banyak peserta didik yang belum menuliskan secara lengkap langkah-langkah apa yang harus dilakukan untuk menyelesaikan soal tersebut.

Saputra, Setiawan, Rusdiana, & Muslim (2019a) menemukan bahwa 65,32% peserta didik di salah satu sekolah negeri di Bandung yang mengalami miskonsepsi pada materi fluida dinamis. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya miskonsepsi pada peserta didik, diantaranya adalah faktor guru, faktor peserta didik, faktor buku, metode pembelajaran, dan sebagainya.

Materi fluida dinamis merupakan salah satu konsep fisika yang sangat mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, seperti pada aliran air keran di rumah dan di sekolah, bahkan pada peredaran darah manusia pun terdapat konsep fluida dinamis. Fluida dinamis merupakan fluida atau suatu zat yang mengalir atau bergerak (tidak diam). Contoh lain fluida dinamis dalam kehidupan ialah pada udara yang mengalir relatif terhadap pesawat yang sedang mengangkasa.

Menurut Kanginan (2016), kajian fluida dinamis yang akan dipelajari saat ini perlu diasumsikan sebagai fluida ideal. Adapun yang dimaksud fluida ideal ialah sebagai berikut.

- a. Aliran fluida dapat merupakan aliran tunak (*steady*) atau tak tunak (*non-steady*). Jika kecepatan v di suatu titik adalah konstan terhadap waktu, aliran fluida dikatakan tunak, contohnya ialah arus air yang mengalir dengan tenang (kelajuan aliran rendah). Pada aliran tak tunak, kecepatan v di suatu titik tidak konstan terhadap waktu, contohnya gelombang pasang air laut.
- b. Aliran fluida dapat termampatkan (*compressible*) atau tak termampatkan (*incompressible*). Jika fluida yang mengalir tidak mengalami perubahan volume atau massa jenis ketika ditekan, aliran fluida tersebut dikatakan tak termampatkan. Akan tetapi, jika sebaliknya maka fluida tersebut dikatakan termampatkan. Hampir semua zat cair yang bergerak (mengalir) dianggap sebagai aliran tak termampatkan. Bahkan, gas yang memiliki sifat sangat termampatkan, pada kondisi tertentu dapat mengalami perubahan massa jenis yang dapat diabaikan. Pada kondisi ini aliran gas dianggap sebagai aliran tak termampatkan. Misalnya pada penerbangan dengan kelajuan yang jauh lebih kecil daripada kelajuan bunyi di udara (340 m/s). Gerak relatif udara terhadap sayap-sayap pesawat terbang dapat dianggap sebagai aliran fluida yang tak termampatkan.
- c. Aliran fluida dapat berupa aliran kental (*viscous*) atau tak kental (*non-viscous*). Kekentalan aliran fluida mirip dengan gesekan permukaan pada gerak benda padat. Pada kasus tertentu, seperti pelumasan pada mesin mobil, kekentalan memegang peranan sangat penting. Akan tetapi, dalam banyak kasus kekentalan dapat diabaikan.
- d. Aliran fluida dapat merupakan aliran garis (*streamline*) arus atau aliran turbulen. Aliran turbulen ditandai oleh adanya aliran yang berputar. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 (a) Aliran Garis Arus atau Laminar, (b) Aliran Turbulen (Kanginan, 2016)

Debit adalah laju suatu volume atau besaran yang menyatakan volume fluida yang mengalir melalui suatu penampang tertentu dalam satuan waktu tertentu.

$$\text{Debit} = \frac{\text{Volume Fluida}}{\text{Selang Waktu}} \rightarrow Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

Satuan SI untuk volume V adalah m^3 dan untuk selang waktu t adalah s , sehingga satuan SI untuk debit adalah m^3/s atau m^3s^{-1} .

Karena volume fluida adalah $V = \text{luas penampang } A \times \text{panjang lintasan } l$, maka:

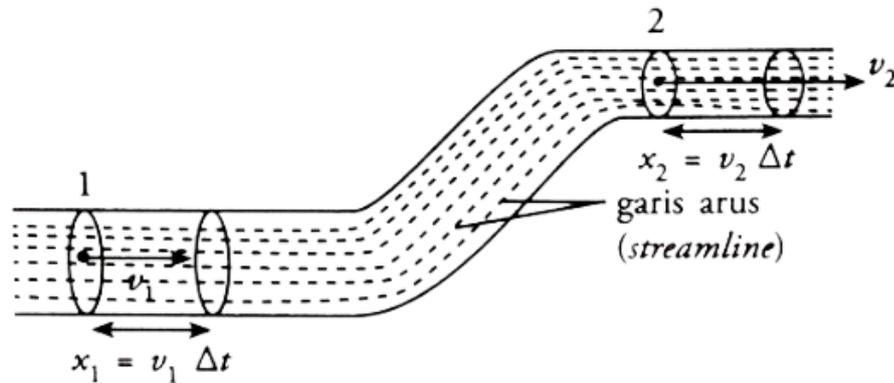
$$Q = \frac{Al}{t} \quad (2)$$

Kemudian untuk panjang lintasan l dibagi waktu t adalah kecepatan aliran fluida, maka dari Persamaan 2 dapat ditulis:

$$Q = Av \quad (3)$$

Dengan A adalah luas penampang dengan satuan m^2 dan v adalah kecepatan aliran fluida dengan satuan m/s .

Asas kontinuitas adalah ketentuan yang menyatakan keadaan fluida yang tak termampatkan dan mengalir dalam keadaan tunak, maka laju aliran volume fluida di setiap titik memiliki nilai atau besar yang sama. Misalnya, jika suatu fluida mengalir dengan aliran tunak, massa fluida yang masuk ke salah satu ujung pipa haruslah sama dengan massa fluida yang keluar dari ujung pipa yang lain selama selang waktu yang sama. Hal ini berlaku karena pada aliran tunak tidak ada fluida yang dapat meninggalkan pipa melalui dinding-dinding pipa (garis arus tidak dapat saling berpotongan). Tinjau suatu fluida yang mengalir dengan aliran tunak dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Fluida yang Mengalir pada Suatu Bagian Pipa (Kanginan, 2016)

Selama selang waktu Δt , fluida pada 1 bergerak ke kanan menempuh jarak $x_1 = v_1 \Delta t$ dan fluida pada 2 bergerak ke kanan menempuh jarak $x_2 = v_2 \Delta t$. Oleh karena itu, volume $V_1 = A_1 x_1$ akan masuk ke pipa pada bagian 1 dan volume $V_2 = A_2 x_2$ akan keluar dari bagian 2. Dengan menyamakan massa fluida yang masuk pada bagian 1 dan yang keluar dari bagian 2 selama selang waktu Δt , maka akan diperoleh *persamaan kontinuitas* untuk fluida tak termampatkan sebagai berikut.

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 = \dots = \text{konstan} \quad (4)$$

Karena $Av = Q$, maka persamaan kontinuitas untuk fluida tak termampatkan dapat juga dinyatakan sebagai *persamaan debit konstan*.

$$Q_1 = Q_2 = \dots = \text{konstan} \quad (5)$$

Berdasarkan Persamaan 4, maka persamaan *kontinuitas* dapat diubah menjadi:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1} \quad (6)$$

Di mana, kelajuan aliran fluida tak termampatkan berbanding terbalik dengan luas penampang yang dilaluinya. Karena diameter pipa dapat dianggap berbentuk lingkaran dengan luas $A = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$, dengan r adalah jari-jari pipa dan d adalah diameter pipa. Jika disubstitusikan ke Persamaan 6, maka:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1} \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \left(\frac{\pi r_2}{\pi r_1} \right)^2 = \left(\frac{\frac{\pi d_2}{4}}{\frac{\pi d_1}{4}} \right)^2 \quad (7)$$

Sehingga, kelajuan aliran fluida tak termampatkan berbanding terbalik dengan kuadrat jari-jari penampang atau diameter penampang.

$$\frac{v_1}{v_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \quad (8)$$

Jika seseorang memencet ujung selang (memperkecil luas penampang), maka laju aliran air yang keluar akan semakin besar.

Daya oleh debit fluida terjadi karena debit Q suatu air terdapat dalam ketinggian h tertentu, di mana ketinggian tersebut tentunya memiliki energi potensial Ep .

$$Ep = mgh \quad (9)$$

Sehingga daya P dapat dibangkitkan oleh energi potensial tersebut dengan persamaan:

$$P = \frac{Ep}{t} = \frac{mgh}{t} \quad (10)$$

Karena $m = \rho V$, maka

$$P = \frac{(\rho V)gh}{t} = \rho \left(\frac{V}{t}\right)gh = \rho Qgh \quad (11)$$

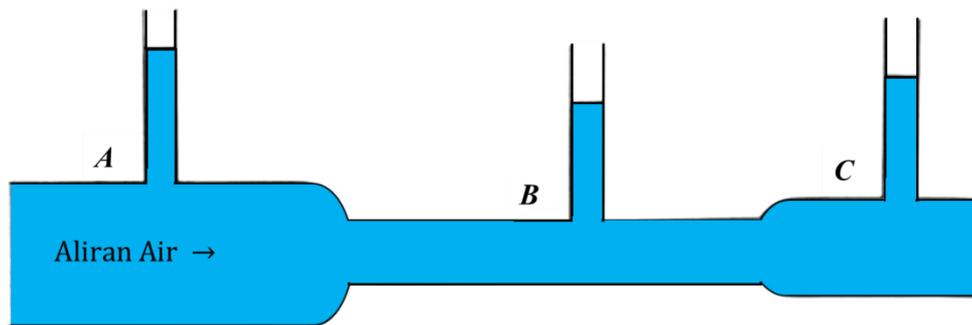
Jika air dimanfaatkan untuk membangkitkan listrik dengan efisiensi sistem generator adalah η , Persamaan 11 menjadi persamaan **daya listrik** sebagai berikut.

$$P = \eta\rho Qgh \quad (12)$$

Keterangan:

- P = daya (Watt)
- η = efisiensi generator
- ρ = massa jenis air (kg/s^3)
- g = percepatan gravitasi (m/s^2)
- h = ketinggian (m)

Pada materi fluida dinamis, terdapat pembahasan hukum Bernoulli. **Hukum Bernoulli** menyatakan “Pada pipa mendatar (horizontal), tekanan fluida paling besar adalah pada bagian yang kelajuan airnya paling kecil, dan tekanan paling kecil adalah pada pada bagian yang kelajuan airnya paling besar”. Pernyataan tersebut dikemukakan pertama kali oleh **Daniel Bernoulli** (1700-1782) dan dikenal sebagai **Asas Bernoulli**. Sebagai ilustrasi, lihat Gambar 2.5.



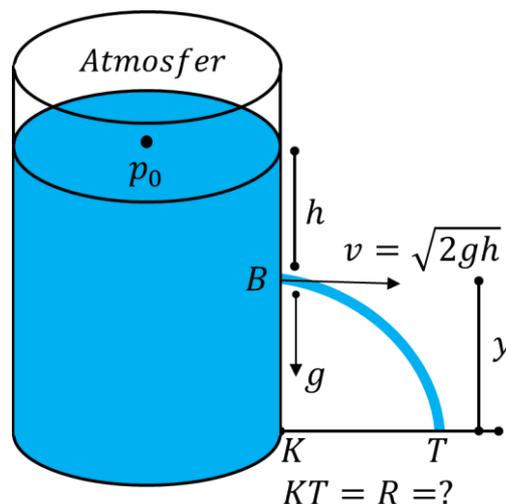
Gambar 2.5 Ilustrasi Asas Bernoulli (Kanginan, 2016)

Dari Gambar 2.5, terlihat pipa yang mendatar dan memiliki diameter yang menyempit. Kelajuan fluida yang paling besar ada pada pipa yang menyempit (pipa B), tetapi tekanannya justru yang paling rendah. Hal tersebut ditandai oleh paling rendahnya permukaan fluida yang naik dalam tabung B, (saluran horizontal adalah pipa dan saluran vertikal adalah tabung).

Selain itu, **Hukum Bernoulli** menyatakan bahwa jumlah dari tekanan (p), energi kinetik per-satuan volume ($\frac{1}{2}\rho v^2$), dan energi potensial per-satuan volume (ρgh) memiliki nilai yang sama pada setiap titik sepanjang suatu garis arus, maka:

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{konstan} \quad (13)$$

Teorema Torricelli hanya berlaku jika ujung atas wadah *terbuka* terhadap atmosfer dan luas lubang jauh *lebih kecil* daripada luas penampang wadah. Ilustrasi dari teorema Torricelli dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Sebuah Tanki Berisi Cairan di Atas Lantai (Kanginan, 2016)

Menghitung **kecepatan** semburan:

$$v = \sqrt{2gh} \quad (14)$$

Menghitung **jangkauan mendatar** semprotan:

$$R = \sqrt{2hy} \quad (15)$$

Keterangan:

p = tekanan (N/m^2)

h = ketinggian permukaan air di atas lubang (m)

y = kedalaman dasar di bawah lubang (m)

v = kecepatan semburan air (m/s^2)

R = jarak jangkauan horizontal (m)

Terdapat berbagai pemanfaatan dari hukum Bernoulli, di antaranya: (1) tabung venturi yang merupakan sebuah pipa yang memiliki bagian yang menyempit, misalnya *karburator* pada kendaraan bermotor dan *venturimeter* yang dipasang pada pipa untuk mengukur kelajuan cairan; (2) tabung pitot yang merupakan tabung yang digunakan untuk mengukur kelajuan gas; (3) penyemprot parfum; (4) gaya angkat pada sayap pesawat terbang.

2.1.5 Hasil Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ismawati (2013) menunjukkan bahwa model pembelajaran CUPs terbukti lebih efektif daripada model pembelajaran eksperimen verifikasi dalam meningkatkan pemahaman konsep pada materi pemuai dengan uji gain pemahaman konsep yang diperoleh kelas eksperimen sebesar 0,67 dan kelas kontrol sebesar 0,58 yang termasuk dalam kategori sedang. Selain itu, dalam penelitian tersebut diketahui bahwa model pembelajaran CUPs dapat meningkatkan *curiosity* (rasa ingin tahu) peserta didik dengan hasil uji gain *curiosity* pada kelas eksperimen diperoleh sebesar 0,21 dan kelas kontrol sebesar 0,20 yang termasuk kategori rendah. Ismawati menyarankan kepada peneliti lain yang hendak melakukan penelitian, sebaiknya memperhatikan karakteristik instrumen yang digunakan, agar diperoleh analisis data yang lebih baik.

Saregar, et al. (2016) melakukan penelitian terkait efektivitas model CUPs terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) pada materi fluida statis. Instrumen penilaian yang digunakan ialah dengan tes soal uraian sebanyak 8 soal. Hasil analisis data menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rerata HOTS peserta didik antara menggunakan model CUPs dengan model pembelajaran konvensional. Model CUPs terbukti lebih efektif dalam meningkatkan HOTS dengan nilai *effect size* sebesar 0,3 yang termasuk dalam kategori sedang. Peneliti menyarankan bahwa hasil penelitian yang peneliti lakukan dapat dijadikan bahan penelitian selanjutnya untuk konsep atau topik yang berbeda.

Penelitian yang dilakukan Sari (2017) ialah meneliti tentang efektivitas model pembelajaran CUPs terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS). Hasil penelitian diketahui bahwa model pembelajaran CUPs memberikan efektivitas lebih tinggi terhadap HOTS peserta didik daripada model pembelajaran konvensional dengan nilai *effect size* sebesar 0,3 yang termasuk dalam kategori sedang. Sari mengungkapkan hambatan yang mengindikasikan bahwa model CUPs memerlukan waktu yang cukup lama dalam menyelesaikan tes berbasis HOTS akibat tidak terbiasanya peserta didik dalam menggunakan model pembelajaran CUPs atau model pembelajaran lain yang berbasis SCL (*student center learning*). Hal tersebut menyebabkan peserta didik kurang cermat dalam berpikir dan lemah dalam menganalisis suatu soal. Oleh sebab itu, Sari menyarankan agar peserta didik terus dilatih dengan membiasakan diri menyelesaikan soal berbasis HOTS.

Hasil penelitian dari Zulmi, Sahidu, & 'Ardhuha (2019) didapat berdasarkan analisis dari penerapan model CUPs dengan teknik *problem solving* pada materi fisika cahaya dan optik. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa model pembelajaran CUPs dengan teknik *problem solving* memiliki pengaruh yang lebih baik terhadap penguasaan konsep fisika materi cahaya dan optik daripada model pembelajaran konvensional. Akan tetapi, untuk menerapkan penelitian tersebut peneliti mengungkapkan bahwa penelitian dapat dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal, seperti materi yang akan digunakan dan waktu pembelajaran yang harus disesuaikan dengan kedalaman dan keluasan materi. Kreativitas dan keterampilan guru/peneliti sangat diperlukan mengingat bahwa

model CUPs adalah model yang memerlukan waktu relatif lama dan teknik *problem solving* memiliki keterbatasan dalam menentukan suatu masalah.

Yulianti, Sulistri, & Rosdianto (2020) melakukan penelitian tentang pengaruh model pembelajaran CUPs terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi getaran dan gelombang. Pada akhir percobaan didapat hasil bahwa model pembelajaran CUPs memiliki prinsip pembelajaran konstruktivisme, sehingga pengaruh model CUPs menjadikan peserta didik aktif dalam kegiatan pembelajaran. Selain itu, dengan adanya model CUPs, peserta didik mengalami peningkatan dalam kemampuan berpikir kritis karena kegiatan pembelajaran model CUPs memberikan kesempatan peserta didik untuk melakukan pengamatan, menyimpulkan apa yang telah diamatinya, membuktikan kebenaran suatu konsep melalui percobaan, dan saling bertukar pikiran dengan berdiskusi serta dapat menjelaskan hasil diskusi melalui kegiatan presentasi.

Sulistio, Hakim, & Efwinda (2021) melakukan penelitian tentang efektivitas model pembelajaran CUPs terhadap penguasaan konsep untuk level kognitif C2, C3, & C4 serta keterampilan proses sains pada materi elastisitas dan hukum Hooke. Dalam penelitian ini terdapat kelas eksperimen dengan perlakuan model CUPs dan kelas kontrol dengan model pembelajaran konvensional. Pada pertemuan pertama, peserta didik mendapat nilai rata-rata yang rendah, tetapi nilai peserta didik mulai meningkat pada pertemuan selanjutnya. Hal tersebut disebabkan karena peserta didik belum terbiasa pada pertemuan pertama dan mulai terbiasa pada pertemuan berikutnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CUPs cukup efektif untuk meningkatkan penguasaan konsep level kognitif C3 dan C4, sedangkan untuk C2 memiliki peningkatan yang sama dengan model pembelajaran konvensional. Model CUPs juga cukup efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains pada indikator-indikator tertentu seperti mengidentifikasi variabel, menyajikan data, merumuskan hipotesis, mengolah data, merancang penelitian, dan melaksanakan eksperimen. Akan tetapi, model CUPs belum dapat meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains peserta didik untuk mencapai nilai kriteria ketuntasan minimum. Peneliti menyarankan bagi penelitian selanjutnya untuk memberikan pengetahuan awal terlebih dahulu

mengenai indikator-indikator keterampilan proses sains sebagai apersepsi, sehingga peserta didik mampu meningkatkan keterampilan proses sains ke arah yang lebih baik lagi.

Penelitian yang dilakukan oleh Hali, Bani, Wonda, & Bully (2021) menunjukkan bahwa model pembelajaran CUPs dapat meningkatkan pemahaman konsep lebih tinggi daripada model *discovery learning*. Pada umumnya penggunaan kedua model tersebut memberikan peningkatan pemahaman konsep karena peserta didik tidak hanya mendengar, melihat, dan berimajinasi, tetapi ikut serta dalam menemukan dan mengembangkan konsep secara mandiri dan dengan kegiatan kelompok. Peneliti mengemukakan bahwa motivasi belajar dari guru sangat penting. Akan tetapi, jika guru terus memotivasi peserta didik, maka peserta didik tersebut akan merasa jenuh dan tertekan dalam belajar. Oleh sebab itu, peserta didik memerlukan motivasi dari diri peserta didik itu sendiri. Selain itu, dalam kegiatan pembelajaran guru harus cermat dan tegas terutama saat diskusi kelompok dan saat presentasi agar pembelajaran dapat berjalan sesuai alokasi waktu yang telah disediakan.

Berdasarkan hasil penelitian di atas, perbedaan penelitian yang akan peneliti lakukan ialah pada materi yang digunakan sebagai bahan pembelajaran, yakni peneliti menggunakan materi fluida dinamis yang belum pernah digunakan untuk penelitian terkait penerapan model pembelajaran CUPs. Selain itu, dalam pemberian perlakuan sebagaimana ketentuan dari metode penelitian yang peneliti gunakan (*quasi experimental*), peneliti menggunakan model pembelajaran *direct instruction* sebagai model pembanding. Pada dasarnya, penelitian yang menggunakan metode *quasi experimental* tidaklah perlu menggunakan model pembanding untuk kelas kontrol. Namun, dalam hal ini peneliti menggunakan model pembanding *direct instruction* agar pembelajaran di kelas kontrol dapat berjalan sebagaimana pembelajaran yang semestinya.

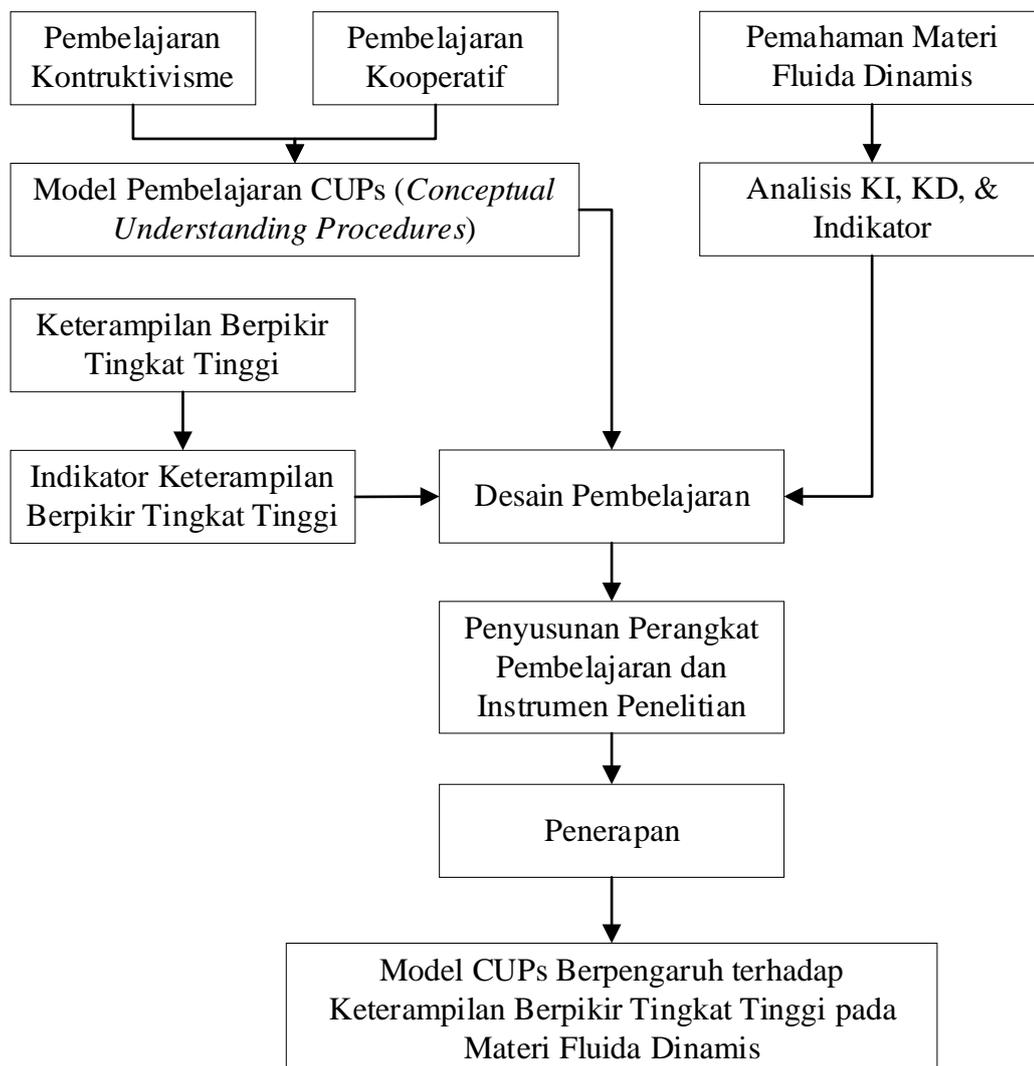
2.2 Kerangka Konseptual

Pembelajaran pada saat ini bukan hanya sebatas mentransfer pengetahuan dari guru kepada peserta didik. Hal tersebut disebabkan karena pembelajaran yang

sebatas mentransfer pengetahuan akan menjadikan peserta didik pasif dalam kegiatan pembelajaran. Untuk itu, pembelajaran pada saat ini perlu diorientasikan agar peserta didik lebih aktif dalam belajar, salah satunya dengan berorientasi pada keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS). Selain menjadikan peserta didik lebih aktif dalam belajar, ketercapaian HOTS dapat menjadikan peserta didik memiliki kemampuan berpikir yang mendalam untuk memproses suatu informasi dan menerjemahkannya dalam menyelesaikan persoalan dengan baik dan benar. Akan tetapi, pembelajaran berbasis HOTS belum sepenuhnya diterapkan di beberapa sekolah, termasuk di sekolah tempat peneliti melaksanakan penelitian. Oleh karena itu, sebagai salah satu upaya meningkatkan HOTS, peneliti mencoba untuk menerapkan suatu model pembelajaran yang dapat menunjang ketercapaian HOTS.

Model pembelajaran merupakan suatu kesatuan yang memuat uraian kegiatan pembelajaran. Model pembelajaran menjadi hal yang penting mengingat ketercapaian kualitas pembelajaran tentu didukung oleh kejelasan dan ketercapaian dari uraian pembelajaran itu sendiri. Oleh karena hal tersebut, pemilihan model pembelajaran tidak boleh dipilih secara asal, tetapi disesuaikan dengan karakteristik mata pelajaran yang akan diajarkan. Model pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini ialah model pembelajaran CUPs (*Conceptual Understanding Procedures*). Model pembelajaran CUPs merupakan model pembelajaran dengan tipe pembelajaran konstruktivisme dan pembelajaran kooperatif. Baik pembelajaran konstruktivisme maupun kooperatif memiliki ciri khas yakni pembelajaran berpusat pada peserta didik. Model pembelajaran CUPs nantinya diterapkan dalam pembelajaran fisika pada materi fluida dinamis, yaitu materi fisika yang membahas tentang aliran suatu zat (cair maupun gas).

Untuk mendukung ketercapaian HOTS, peneliti perlu menganalisis karakteristik HOTS, model pembelajaran CUPs, dan materi fluida dinamis secara mendalam supaya dihasilkan suatu desain pembelajaran yang sesuai. Berdasarkan hasil penelitian yang peneliti sintesis sebelumnya, peneliti menduga bahwa penerapan model pembelajaran CUPs akan mampu meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada materi fluida dinamis. Untuk lebih menggambarkan kerangka konseptual, dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Kerangka Konseptual Penelitian

2.3 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka konseptual di atas, maka rumus hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

H_0 : Tidak ada pengaruh model pembelajaran CUPs (*Conceptual Understanding Procedures*) terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi pada materi fluida dinamis.

H_a : Ada pengaruh model pembelajaran CUPs (*Conceptual Understanding Procedures*) terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi pada materi fluida dinamis.