

BAB II

Landasan Teori

A. Penelitian yang Relevan

Penelitian yang dilakukan oleh Hanafi dari hasil penelitian menunjukkan bahwa prestasi belajar siswa menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing atau (GIL) memiliki nilai rata-rata untuk sebelum dilakukan tindakan 55,4. Sedangkan nilai rata-rata siklus I dan siklus II berturut-turut sebesar 74,35 dan 78,65. Kesamaan dengan penelitian tersebut adalah sama-sama menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing (GIL) sebagai salah satu variabel bebasnya. Adapun perbedaannya terdapat pada variabel terikatnya yaitu motivasi.⁴

Penelitian yang dilakukan Fatuni'am Khusnur Azizah jika dilihat dari kemampuan kognitif menunjukkan bahwa hasil belajar siswa menggunakan model pembelajaran *creative problem solving* memiliki nilai rata-rata 80,25. Sedangkan hasil belajar siswa menggunakan model pembelajaran *Problem Based Instruction* memiliki nilai rata-rata 77,00 dengan jumlah siswa 32 orang. Kesamaan dengan penelitian tersebut adalah sama-sama menggunakan model pembelajaran *creative problem solving* sebagai salah satu variabel bebasnya. Sedangkan perbedaannya dengan penelitian tersebut adalah tidak adanya model *problem basic instruction* sebagai variabel bebas lainnya dan tidak adanya kemampuan pemecahan masalah sebagai variabel terikatnya.⁵

⁴ Hanafi, *Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Motivasi dan Prestasi Belajar Fisika Siswa Kelas VIII D SMPN 10 Malang*, Skripsi, Malang, Abstrak Skripsi.

⁵ Fatuni'am Khusnur Azizah, *Perbandingan Penerapan Model Pembelajaran Creative Problem Solving dan Problem Based Instruction pada Kegiatan Laboratorium untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas X SMA Negeri 5 Purworejo Tahun Ajaran 2012/2013*, Skripsi, Purworejo, 2013, h. 67

Penelitian yang dilakukan oleh Tri Andani masih berhubungan dengan kreativitas siswa ditinjau dari berfikir kreatif yang termasuk ke dalam ciri *aptitude traits* atau kognitif siswa yang menunjukkan ketuntasan belajar klasikal dari tiap pertemuan dengan penerapan model pembelajaran sains teknologi masyarakat sebesar 56 % dari 39 orang siswa. Kesamaan dengan penelitian tersebut adalah variabel terikatnya yaitu indikator kreativitas *aptitude traits* atau kognitif sama dengan indikator berfikir kreatif. Sedangkan perbedaannya adalah terletak pada penggunaan model pembelajaran yang digunakan Tri Andani yaitu sains teknologi masyarakat sebagai variabel bebasnya.⁶

B. Belajar Dan Pembelajaran Fisika

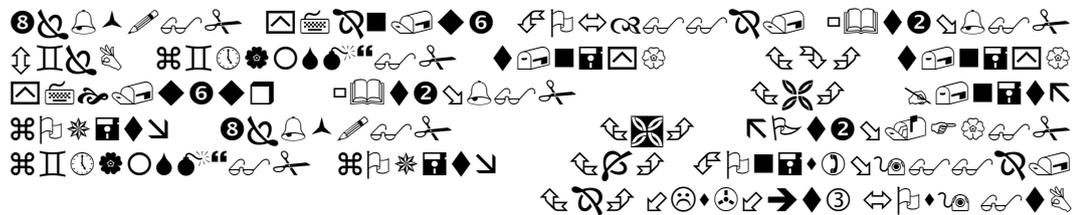
1. Konsep Belajar

Belajar merupakan komponen ilmu pendidikan yang berkenaan dengan tujuan dan bahan acuan interaksi, baik yang bersifat eksplisit maupun implisit (tersembunyi). Teori-teori yang dikembangkan dalam komponen ini meliputi antara lain teori tentang tujuan pendidikan, organisasi kurikulum, isi kurikulum, dan modul-modul pengembangan kurikulum. Kegiatan atau tingkah laku belajar terdiri dari kegiatan psikis dan fisis yang saling bekerjasama secara terpadu dan komprehensif integral.⁷

⁶ Tri Andani, *Penerapan Model Pembelajaran Sains Teknologi Masyarakat Pada Pokok Bahasan Kalor Untuk Meningkatkan Berfikir Kreatif Siswa Di Kelas Vii Semester 1 Di SMPN 1 Palangkaraya*. Palangkaraya, 2013, h. 56 (Skripsi Tri Andani)

⁷ Syaiful Sagala, *Konsep Dan Makna Pembelajaran*, Bandung; Alfabeta, 2003, h. 11-12

Belajar pada hakikatnya ialah suatu proses usaha yang dilakukan seseorang untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku yang baru secara keseluruhan, yang muncul sebagai hasil pengalamannya sendiri dalam interaksi dengan lingkungannya.⁸ Belajar dalam implementasinya adalah sebuah kegiatan individu memperoleh pengetahuan, perilaku dan keterampilan dengan cara mengolah bahan belajar. Hal ini sesuai dengan perintah Allah SWT dalam Al-Qur'an yang terdapat pada Q.S. Al-Alaq ayat 1-5.



Artinya: 1. Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang Menciptakan. 2. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. 3. Bacalah, dan Tuhanmulah yang Maha pemurah, 4. yang mengajar (manusia) dengan perantaran kalam. 5. Dia mengajar kepada manusia apa yang tidak diketahuinya.

Penjelasan ayat-ayat di atas pada ayat pertama surah Al-Alaq seolah-olah menyatakan bahwa Allah swt menyerukan perintah untuk belajar membaca wahyu-wahyu-Nya yang sebentar lagi akan banyak diterima oleh hambanya. Adapun perintah membaca yang diserukan oleh Allah swt berfungsi sebagai bekal bagi hamba-Nya untuk memperoleh ilmu pengetahuan. Sedangkan ayat kedua menjelaskan bahwa ciptaan-Nya, yang kepadanya ditunjukkan wahyu-wahyu Al-Qur'an yakni manusia yang diciptakan-Nya dari '*alaq*, yakni *sesuatu bergantung*; baik dalam arti bergantung di dinding rahim yang merupakan salah satu proses amat penting menuju kelahirannya, maupun dalam arti bahwa manusia adalah

⁸Slameto, *Belajar Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi*, Jakarta; Rineka Citra, 2010 h. 2

mahluk sosial yang tidak dapat hidup sendiri tetapi mempunyai sifat ketergantungan kepada selainnya, seperti alam, manusia, lebih-lebih kepada Allah swt.⁹

Selanjutnya, pada ayat ketiga menunjukkan adanya pengulangan perintah membaca sambil memperkenalkan Allah sebagai Zat yang *akram*, yakni Mahabaik dan Maha Pemurah, yang kemurahan-Nya tidak dapat dilukiskan karena melampaui batas harapan. Kemudian pada ayat 4 dan 5 menjelaskan sebagian dampak kemurahan-Nya dengan menyatakan bahwa Dia yang mengajar dengan pena, yakni melalui sarana yang diusahakan oleh manusia. Dan dia juga mengajar manusia secara langsung tanpa keterlibatan usahanya.¹⁰

Berdasarkan keterangan di atas, pada intinya surah Al-Alaq ayat 1-5 Allah swt menyerukan kepada manusia untuk belajar dengan perantaraan baca dan tulis. Perintah belajar dapat dimulai dengan membaca dan menulis. Proses belajar dengan cara membaca dan menulis akan memudahkan manusia untuk memperoleh ilmu pengetahuan. Menurut Quraish Shihab dalam bukunya yang berjudul *Al-Lubab* menjelaskan bahwa perintah membaca dalam surat Al-Alaq ayat 1-5 merupakan perintah dari Allah yang pertama sebagai kunci keberhasilan hidup duniawi dan ukhrawi. Bacaan yang dimaksud dalam hal ini tidak terbatas hanya pada ayat-ayat Al-qur'an, tetapi segala sesuatu yang dapat dibaca. Jadi, dapat dikatakan bahwa membaca dan menulis adalah suatu sarana dalam proses belajar untuk mencapai keberhasilan baik di dunia maupun di akhirat.

⁹M.Quraish Shihab, *Al-Lubab (Makna, Tujuan, Dan Pelajaran Dari Surah-Surah Al-Quran)*, Jakarta; Lentera Hati, 2012, h. 688-689.

¹⁰*Ibid*, 688-689.

Para ahli psikologi dan guru-guru pada umumnya memandang belajar sebagai kelakuan yang berubah, pandangan ini memisahkan pengertian yang tegas antara pengertian proses belajar dengan kegiatan yang semata-mata bersifat hafalan. Mempelajari dalam arti memahami fakta-fakta sama sekali berlainan dengan menghafalkan fakta-fakta.¹¹ Sedangkan untuk menangkap isi dan pesan belajar, maka dalam belajar tersebut individu menggunakan kemampuan pada ranah-ranah¹²:

- a. Kognitif, yaitu kemampuan yang berkenaan dengan pengetahuan, penalaran atau pikiran terdiri dari kategori pengetahuan, pemahaman, penerapan, analisis, sintesis dan evaluasi.
- b. Afektif, yaitu kemampuan yang mengutamakan perasaan, emosi, dan reaksi-reaksi yang berbeda dengan penalaran yang terdiri dari kategori penerimaan, partisipasi, penilaian sikap, organisasi, dan pembentukan pola hidup.
- c. Psikomotorik, yaitu kemampuan yang mengutamakan keterampilan jasmani terdiri dari persepsi, kesiapan, gerakan terbimbing, gerakan terbiasa, gerakan kompleks, penyesuaian pola gerakan, dan kreativitas.

¹¹*Ibid*, h. 12

¹²Slameto. *Belajar Dan Factor-Faktor Yang Mempengaruhi*,...h. 12

Agar lebih memahami pengertian belajar berikut ini dikemukakan secara ringkas pengertian dan makna belajar menurut pandangan para ahli.¹³

a. Belajar Menurut Pandangan Henry E. Garret

Menurut Henry E. Garret berpendapat bahwa belajar merupakan proses yang berlangsung jangka waktu lama melalui latihan maupun pengalaman yang membawa kepada perubahan diri dan perubahan cara mereaksi terhadap suatu perangsang tertentu.

b. Belajar Menurut Pandangan Skinner

Belajar menurut pandangan B. F. Skinner adalah suatu proses adaptasi atau penyesuaian tingkah laku yang berlangsung secara progressif. Belajar juga dipahami sebagai suatu perilaku, pada saat orang belajar, maka responsnya menjadi lebih baik. Sebaliknya bila ia tidak belajar, maka responsnya menurun.

c. Belajar Menurut Pandangan Robert M. Gagne

Belajar adalah suatu proses yang kompleks, sejalan dengan itu menurut Robert M. Gagne belajar merupakan kegiatan yang kompleks, dan hasil belajar berupa kapabilitas, timbulnya kapabilitas disebabkan: Stimulasi yang berasal dari lingkungan dan proses kognitif yang dilakukan oleh pelajar.

d. Belajar Menurut Pandangan Carl R. Rogers

Menurut pendapat Carl R. Rogers (ahli psiko terapi) praktek pendidikan menitikberatkan pada segi pengajaran, bukan pada siswa yang belajar. Praktek tersebut ditandai oleh peran guru yang dominan dan siswa hanya menghafalkan

¹³*Ibid*, h. 13-35

pelajaran. Alasan pentingnya guru memperhatikan prinsip pendidikan dan pengajaran adalah:

- 1) Menjadi manusia berarti memiliki kekuatan wajar untuk belajar, siswa tidak harus belajar tentang hal-hal yang tidak ada artinya.
- 2) Siswa akan mempelajari hal-hal yang bermakna bagi dirinya.
- 3) Pengorganisasian bahan pengajaran berarti mengorganisasikan bahan dan ide baru, sebagai bagian yang bermakna bagi siswa.
- 4) Belajar yang bermakna bagi masyarakat modern berarti belajar tentang proses-proses belajar.
- 5) Belajar yang optimal akan terjadi, bila siswa berpartisipasi serta bertanggung jawab dalam proses belajar.
- 6) Belajar mengalami dapat terjadi, bila siswa mengevaluasi dirinya sendiri.
- 7) Belajar menanggapi menuntut keterlibatan secara penuh dan sungguh-sungguh.

2. Pembelajaran Fisika

Pembelajaran fisika terdiri dari dua kata yaitu pembelajaran dan fisika. Pembelajaran ialah membelajarkan siswa menggunakan asas pendidikan maupun teori belajar yang merupakan penentu utama keberhasilan pendidikan. Pembelajaran merupakan proses komunikasi dua arah yang dilakukan oleh guru dan siswa, yaitu dalam mengajar dan belajar. Mengajar dilakukan oleh pihak guru sebagai pendidik dan belajar dilakukan oleh peserta didik atau murid.¹⁴

¹⁴*Ibid*, h. 61

Fisika merupakan salah satu ilmu yang mempelajari gejala-gejala alam seperti gerak, kalor, cahaya, bunyi, listrik, dan magnet. Semua gejala-gejala alam ini adalah bentuk dari “energi”. Hal inilah yang menjadikan fisika termasuk ilmu yang mempelajari hubungan antara materi dan energi.¹⁵

Ilmu fisika dapat dikatakan ilmu paling dasar yang menyebabkan cabang ilmu lainnya bermunculan. Alasan inilah yang menyebabkan ilmu fisika dianggap sangat penting dan menjadi salah satu mata pelajaran yang diajarkan di dalam dunia pendidikan. Jadi, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran fisika adalah suatu proses komunikasi dua arah yang dilakukan antara guru dan siswa dalam dunia pendidikan terkait dengan gejala-gejala yang terjadi di alam yaitu ilmu fisika.

C. Model *Guided Inquiry Learning* (GIL)

1. Model *Inquiry Learning*

a. Pengertian *Inquiry Learning*

Inquiry learning adalah suatu strategi yang membutuhkan siswa menemukan sesuatu dan mengetahui bagaimana cara memecahkan masalah dalam suatu penelitian ilmiah.¹⁶ Tujuan utamanya dalam pembelajaran berbasis *inquiry* ini menurut *National Research Council* adalah mengembangkan keinginan dan motivasi siswa untuk mempelajari prinsip dan konsep sains, mengembangkan keterampilan ilmiah siswa sehingga mampu bekerja seperti layaknya seorang

¹⁵Marthin Kanginan, *Fisika untuk SMA Kelas X*, Jakarta; Erlangga, 2002, h. 2

¹⁶Ngalimun dkk, *Strategi Dan Model Pembelajaran Berbasis PAIKEM*, Banjarmasin; Pustaka Banua, 2010, h. 115

ilmuwan, dan membiasakan siswa bekerja keras untuk memperoleh pengetahuan.¹⁷

Ellis menyatakan bahwa pendekatan *inquiry* didasarkan atas tiga pengertian, yaitu siswa terlibat dalam kesempatan belajar dengan derajat “*self-direction*” yang tinggi, siswa dapat mengembangkan sikap yang baik terhadap belajar, juga siswa dapat menjaga dan menggunakan informasi untuk waktu yang lama. Seif juga menambahkan bahwa inkuiri mempunyai 4 ciri penting, yaitu: pertama, *inquiry* ini melibatkan pendekatan pembelajaran untuk “menanyakan” dan terbuka untuk menerima gagasan dan pemikiran baru. Kedua, seseorang yang berorientasi pada *inquiry* adalah orang yang sangat penyabar. Ketiga, *inquiry* didasarkan atas asumsi “kebebasan ide”, sebuah asumsi bahwa individu diijinkan dan diharapkan untuk memiliki “gagasan cemerlang”. Keempat, *inquiry* adalah sebuah proses yang melibatkan pertumbuhan.¹⁸

Sund juga menyatakan bahwa *discovery* merupakan bagian dari *inquiry* atau *inquiry* merupakan perluasan proses *discovery* yang digunakan lebih mendalam. *Inquiry* berarti pernyataan, atau pemeriksaan, penyelidikan. *Inquiry* sebagai suatu proses umum yang dilakukan manusia untuk mencari atau memahami informasi. Gulo menyatakan strategi *Inquiry* berarti suatu rangkaian kegiatan belajar yang melibatkan secara maksima seluruh kemampuan siswa untuk mencari dan menyelidiki secara matematis, kritis, logis, analitis, sehingga mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya dengan penuh percaya diri.¹⁹

¹⁷Sofan Amri dkk, *Proses Pembelajaran Inovatif dan Kreatif Dalam Kelas*, Jakarta; Prestasi Pustakaraya, 2010, h. 91

¹⁸Ngalimun dkk, *Strategi Dan Model Pembelajaran Berbasis PAIKEM*, ...h. 115

¹⁹Trianto, *Model Pembelajaran Inovatif*, Jakarta: Bumi Aksara, 2010, h. 135

Sasaran utama kegiatan pembelajaran *inquiry* adalah keterlibatan siswa secara maksimal dalam proses kegiatan belajar, keterarahan kegiatan secara logis dan sistematis pada tujuan pembelajaran, dan mengembangkan sikap percaya pada diri siswa tentang apa yang ditemukan dalam proses *inquiry*. Kegiatan umum yang merupakan syarat timbulnya kegiatan *inquiry* bagi siswa adalah:²⁰

- 1) Aspek sosial dikelas dan suasana terbuka yang mengundang siswa berdiskusi,
- 2) *Inquiry* berfokus pada hipotesis dan
- 3) Penggunaan fakta sebagai evidensi (informasi, fakta).

b. Proses *Inquiry learning*

Gulo menyatakan bahwa *inquiry* tidak hanya mengembangkan kemampuan intelektual tetapi seluruh potensi yang ada, termasuk pengembangan emosional dan keterampilan *inquiry* merupakan suatu proses yang bermula dari merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, dan membuat kesimpulan.²¹ Pada dasarnya proses inkuiri yang diusulkan oleh para ahli antara lain: Dewey, Fenton, Naylor dan Diem semuanya hampir sama satu dengan yang lainnya. Proses ini meliputi:²²

- 1) Penerimaan dan Pendefinisian Masalah

Dewey menganggap langkah awal ini adalah langkah terpenting. *Inquiry* memungkinkan guru memperoleh keuntungan dari rasa keingintahuan alami siswa dan keinginannya untuk mencari penjelasan. Semakin menarik situasi masalahnya, semakin merangsang siswa untuk menemukan

²⁰*Ibid* h. 135

²¹*Ibid* h. 137

²²Ngalimun dkk, *Strategi Dan Model Pembelajaran Berbasis PAIKEM* ...h. 118-121

penjelasannya. Contoh penerapannya ialah guru dalam hal ini menyajikan sebuah masalah dalam bentuk demonstrasi yang bertujuan untuk menarik minat dan perhatian siswa di dalam penemuan konsep pembelajaran fisika.

2) Pengembangan Hipotesis

Setelah situasi yang membingungkan disajikan, siswa mulai mengembangkan hipotesis. Sekali siswa telah mengembangkan minat yang dalam tentang suatu masalah, mereka harus dapat mendatangkan “tamu terdidik” untuk solusinya. Contohnya ialah guru membuat kelompok siswa dan memberikan LKS pada tiap-tiap kelompok sebagai petunjuk untuk menentukan langkah-langkah yang sesuai dengan hipotesis.

3) Pengumpulan Data

Setelah hipotesis diterapkan, selanjutnya siswa mengumpulkan data untuk menguji hipotesis tersebut. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan percobaan. Contohnya ialah siswa dalam hal ini dituntut untuk menemukan dan melengkapi data-data berdasarkan percobaan yang didapat untuk dapat mengungkap hipotesis.

4) Pengujian Hipotesis

Setelah semua data dikumpulkan dan dicermati, tahap selanjutnya adalah membedakan antara penjelasan-penjelasan yang menyesatkan dengan penjelasan yang memadai atau cocok. Contohnya ialah siswa disuruh untuk mengemukakan dan menghubungkan data percobaan yang didapat dengan konsep materi fisika yang tepat dan sesuai. Tujuannya agar siswa benar-benar mengetahui dan yakin dengan penemuan yang siswa dapatkan.

5) Penarikan Kesimpulan Sementara

Proses *inquiry* secara keseluruhan tidaklah dianggap lengkap jika siswa belum menginterpretasikan dan mengevaluasi informasi. Proses ini melibatkan siswa untuk menarik suatu kesimpulan tentang proyek inkuirinya. Contohnya ialah siswa dalam tiap-tiap kelompok dituntut untuk memberikan kesimpulan berdasarkan data percobaan yang didapat sesuai dengan konsep materi fisika yang berhubungan.

Berdasarkan kelima komponen dalam proses *inquiry* yang dijelaskan di atas, Bonnstetter membedakan *inquiry* menjadi lima tingkat yaitu: praktikum (*tradisional hands-on*), pengalaman sains terstruktur (*structured science experiences*), inkuiri terbimbing (*guided inquiry*), inkuiri siswa mandiri (*student directed inquiry*), dan penelitian siswa (*student research*). Klasifikasi *inquiry* menurut Bonnstetter, didasarkan pada tingkat kesederhanaan kegiatan siswa dan dinyatakan sebaiknya penerapan *inquiry* merupakan suatu kontinum yang dimulai dari yang paling sederhana.²³

1) Tradisional (*Tradisional Hands-On*)

Praktikum tradisional adalah tipe *inquiry* yang paling sederhana. Ketika praktikum guru menyediakan seluruh keperluan mulai dari topik sampai kesimpulan yang harus ditemukan siswa dalam bentuk buku petunjuk yang lengkap.

²³Sofan Amri dkk, *Proses Pembelajaran Inovatif dan Kreatif Dalam Kelas*, ...h. 87-88

2) Pengalaman Sains Terstruktur (*Structured Science Experiences*)

Pengalaman sains terstruktur yaitu kegiatan *inquiry* di mana guru menentukan topik, pertanyaan, bahan dan prosedur sedangkan analisis hasil dan kesimpulan dilakukan oleh siswa.

3) Inkuiri Terbimbing (*Guided Inquiry*)

Pada tipe ini di mana siswa diberikan kesempatan untuk bekerja merumuskan prosedur, menganalisis hasil dan mengambil kesimpulan secara mandiri. Sedangkan dalam hal menentukan topik, pertanyaan dan bahan penunjang, guru hanya berperan sebagai fasilitator.

4) Inkuiri Siswa Mandiri (*Student Directed Inquiry*)

Inkuiri siswa mandiri dapat dikatakan sebagai *inquiry* penuh menurut Martin-Hansen karena pada tingkatan ini siswa bertanggung jawab secara penuh terhadap proses belajarnya, dan guru hanya memberikan bimbingan terbatas pada pemilihan topik dan pengembangan pertanyaan.

5) Penelitian Siswa (*Student Research*)

Pada tipe ini adalah tipe yang paling kompleks, dimana guru hanya berperan sebagai fasilitator dan pembimbing. Sedangkan penentuan atau pemilihan dan pelaksanaan proses dari seluruh komponen inkuiri menjadi tanggung jawab siswa.

c. Ciri-Ciri Model *Inquiry Learning*

Proses belajar mengajar dengan model *inquiry learning* menurut Kuslan dan Stone ditandai dengan ciri-ciri sebagai berikut:²⁴

²⁴*Ibid*, h. 104

- 1) Menggunakan keterampilan proses
- 2) Jawaban yang dicari siswa tidak diketahui terlebih dahulu
- 3) Siswa berhasrat untuk menemukan pemecahan masalah
- 4) Suatu masalah ditemukan dengan pemecahan siswa sendiri
- 5) Hipotesis dirumuskan oleh siswa untuk membimbing percobaan atau eksperimen
- 6) Para siswa mengusulkan cara-cara pengumpulan data dengan mengumpulkan data mengadakan pengamatan, membaca atau menggunakan sumber lain.
- 7) Siswa melakukan penelitian secara individu atau kelompok untuk mengumpulkan data yang diperlukan untuk menguji hipotesis tersebut.
- 8) Siswa mengolah data sehingga mereka sampai pada kesimpulan.

Berdasarkan ciri-ciri model *inquiry learning* di atas, guru berusaha membimbing, melatih dan membiasakan siswa terampil berfikir karena mereka mengalami keterlibatan secara mental maupun secara fisik seperti terampil menggunakan alat, terampil untuk merangkai peralatan percobaan dan sebagainya. Pelatihan dan pembiasaan siswa untuk terampil berfikir dan terampil secara fisik tersebut merupakan syarat mutlak untuk mencapai tujuan pembelajaran yang lebih besar yaitu tercapainya keterampilan proses ilmiah sekaligus terbentuknya sikap ilmiah di samping penguasaan konsep, prinsip, hukum, dan teori.

2. Model *Guided Inquiry learning* (GIL)

Model *guided inquiry learning* (GIL) merupakan salah satu model pembelajaran yang dirancang untuk mengajarkan konsep-konsep dan hubungan antar konsep. Ketika menggunakan model pembelajaran ini, guru menyajikan contoh-contoh pada siswa, memandu mereka saat mereka berusaha menemukan pola-pola dalam contoh tersebut dan memberikan semacam penutup ketika siswa telah mampu mendeskripsikan gagasan yang diajarkan oleh guru.²⁵

Model *guided inquiry learning* (GIL) melibatkan siswa dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan guru. Siswa melakukan penyelidikan, sedangkan guru membimbing mereka ke arah yang tepat dan benar. Dalam model pembelajaran ini, guru perlu memiliki keterampilan memberikan bimbingan, yakni mampu mendiagnosa kesulitan siswa dan memberikan bantuan dalam menemukan masalah yang mereka hadapi.²⁶ Model *guided inquiry learning* (GIL) juga masih memegang peranan guru dalam memilih topik atau bahasan, pertanyaan dan menyediakan materi. Akan tetapi, siswa diharuskan mampu mendesain atau merancang penyelidikan, menganalisa hasil, dan sampai kepada kesimpulan.

Tujuan utama *guided inquiry* adalah untuk mengembangkan siswa yang mandiri untuk memperluas pengetahuan dan keahlian melalui penggunaan keahlian dari berbagai sumber informasi yang digunakan baik di dalam maupun di luar sekolah. Sumber daya di dalam sekolah seperti bahan pustaka, data base

²⁵David A. Jacobsen, "*Methods For Teaching*", Yogyakarta; Pustaka Pelajar, 2009, h. 209

²⁶Oemar Hamalik, "*Perencanaan Pengajaran Berdasarkan Pendekatan System*", Jakarta; Bumi Aksara, 2001, h. 188

serta sumber-sumber yang dipilih lainnya yang dilengkapi dan dikembangkan oleh perpustakaan umum, sumber daya masyarakat lokal, museum dan internet.²⁷

a. Tahapan Sintaks Model GIL

Pada penelitian ini tahapan sintaks pembelajaran yang digunakan mengadaptasi dari tahapan *inquiry learning* yang dikemukakan oleh Eggen dan Kauchak. Adapun tahapan sintaks model GIL ditunjukkan pada tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Tahapan Sintaks Model GIL²⁸

Fase	Perilaku Guru
1. Menyajikan Pertanyaan atau Masalah	Guru menyajikan sebuah masalah kepada siswa yang berhubungan dengan materi fisika tegangan permukaan dan viskositas. Guru mengajukan pertanyaan dan memberikan lembar jawaban kepada siswa untuk menuliskan jawaban pertanyaan masalah.
2. Membuat Hipotesis	Guru meminta siswa berdiskusi membuat hipotesis secara kelompok mengenai pertanyaan atau masalah yang telah diajukan guru terkait materi tegangan permukaan dan viskositas
3. Merancang Percobaan	Guru memberikan LKS pada siswa sebagai petunjuk untuk menentukan langkah-langkah yang sesuai dengan hipotesis. Guru membimbing siswa terkait dengan LKS dalam melakukan percobaan.
4. Melakukan Percobaan	Guru membimbing siswa mendapatkan informasi melalui percobaan yang terdapat di LKS yang akan digunakan untuk menguji hipotesis.

²⁷Carol C. Kuhlthau, "Guided Inquiry Learning In The 21st Century" (Jurnal Skripsi Santi Erliana)

²⁸Trianto, *Model Pembelajaran Inovatif*, ... h. 141

	Guru membimbing siswa dalam menguji hipotesis dengan mencari data melalui LKS.
5. Mengumpulkan Dan Menganalisis Data	Guru menyuruh siswa mengumpulkan data LKS..
6. Membuat Kesimpulan	Guru membimbing siswa dalam membuat kesimpulan terkait konsep materi tegangan permukaan dan viskositas

Sumber: Trianto, *Model Pembelajaran Inovatif*

b. Kelebihan Dan Kekurangan Model GIL

Model *guided inquiry learning* (GIL) memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Salah satunya yang dikemukakan oleh Marsh mengenai kelebihan dan kekurangan pada model GIL dapat diringkas dalam 5 *points* berikut ini:²⁹

1) Kelebihan-Kelebihan Model GIL

- a) Ekonomis dalam menggunakan pengetahuan hanya pengetahuan yang relevan dengan sebuah isu yang diamati.
- b) Pendekatan ini memungkinkan siswa dapat memandang konten (isi) dalam sebuah cara yang lebih realistis dan positif karena mereka dapat menganalisis dan menerapkan data untuk pemecahan masalah.
- c) Secara intrinsik pendekatan ini sangat memotivasi siswa. Siswa akan termotivasi oleh dirinya sendiri untuk merefleksi isu-isu tertentu, mencari data yang relevan dan membuat keputusan-keputusan yang sangat berguna bagi dirinya sendiri.
- d) Pendekatan ini juga memungkinkan hubungan guru dan siswa lebih hangat karena guru lebih bertindak sebagai fasilitator pembelajaran dan kurang mengarahkan aktivitas-aktivitas yang didominasi oleh guru.

²⁹Ngalimun dkk, *Strategi Dan Model Pembelajaran Berbasis PAIKEM*,...h. 124-126

- e) Pendekatan ini memberikan nilai transfer yang unggul jika dibandingkan dengan metode-metode lainnya.

2) Kekurangan-Kekurangan Model GIL

- a) Pendekatan ini memerlukan jumlah jam pelajaran kelas yang banyak dan juga waktu di luar kelas dibandingkan dengan metode pembelajaran yang lainnya.
- b) Pendekatan ini memerlukan proses mental yang berbeda, seperti perangkat analitik dan kognitif. Hal ini mungkin kurang berguna untuk semua bidang pembelajaran.
- c) Pendekatan ini dapat berbahaya bila dikaitkan dengan beberapa problema inkuiri terutama isu-isu kontroversial.
- d) Siswa lebih menyukai pendekatan bab per bab yang tradisional.
- e) Pendekatan ini sulit untuk dievaluasi dengan menggunakan tes prestasi tradisional, misalnya, bagaimana anda mengevaluasi proses pemikiran yang digunakan oleh siswa ketika mereka sedang mengerjakan program-program inkuiri.

D. Model *Creative Problem Solving* (CPS)

1. Pengertian Model *Creative Problem Solving* CPS

Model *Creative Problem Solving* (CPS) adalah suatu model pembelajaran yang melakukan pemusatan pada pengajaran dan keterampilan pemecahan masalah yang diikuti dengan penguatan keterampilan. Ketika dihadapkan dengan suatu pertanyaan, siswa dapat melakukan keterampilan memecahkan suatu masalah untuk memilih dan mengembangkan tanggapannya. Tidak hanya dengan

cara menghafal, keterampilan memecahkan masalah dapat juga memperluas proses berpikir.³⁰

Creative Problem Solving (CPS) merupakan representasi dimensi-dimensi proses yang alami, bukan suatu usaha yang dipaksakan. *Creative Problem Solving (CPS)* merupakan pendekatan yang dinamis membuat siswa menjadi lebih terampil sebab siswa mempunyai prosedur internal yang lebih tersusun dari awal. Ada banyak kegiatan yang melibatkan kreativitas dalam pemecahan masalah seperti riset dokumen, pengamatan terhadap lingkungan sekitar kegiatan yang berkaitan dengan ilmu pengetahuan, dan penulisan yang kreatif.³¹

Creative problem solving (CPS) secara kreatif juga merupakan salah satu model pembelajaran kooperatif.³² Menurut para ahli pendidikan yaitu Suyatno menyatakan bahwa *creative problem solving (CPS)* merupakan variasi dari pembelajaran dengan pemecahan masalah melalui teknik sistematis dalam mengorganisasikan gagasan kreatif untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Senada dengan pendapat Suyatno, Uno menegaskan bahwa model *creative problem solving (CPS)* adalah suatu model pembelajaran yang melakukan pemusatan pada pembelajaran dan keterampilan pemecahan masalah, yang diikuti dengan penguatan keterampilan.³³

³⁰Hamzah B. Uno, *Belajar Dengan Pendekatan PAIKEM*, Jakarta; Bumi Aksara, 2014, h. 223.

³¹Karel L. Pepkin, *Creative Problem Solving in Math*, 2004 (<http://www.uh.edu/hti/cu/2004/v02/0.4>) (Online 6 April 2015)

³²Jurnal Mimbar PGSD Universitas Pendidikan Ganesha Jurusan PGSD (Vol: 2 No: 1 Tahun 2014) (Online: Rabu, Tanggal 19 Februari 2015. 20:21)

³³Trianto, *Model Pembelajaran Inovatif*, ...h. 187

Ketika dihadapkan dengan suatu pernyataan, siswa dapat melakukan keterampilan memecahkan masalah untuk memilih dan mengembangkan tanggapannya. Suatu soal yang dianggap sebagai “masalah” adalah soal yang memerlukan keaslian berpikir tanpa adanya contoh penyelesaian sebelumnya. Hal ini dikarenakan suatu permasalahan berbeda halnya dengan soal latihan. Pada soal latihan, siswa telah mengetahui cara menyelesaikan karena telah jelas hubungan antara yang diketahui dengan yang ditanyakan dan biasanya telah ada dalam contoh soal. Jika ada masalah dan siswa tidak tahu cara menyelesaikannya, maka siswa tertarik dan tertantang untuk menyelesaikannya. Hal ini menyebabkan siswa menggunakan segenap pemikiran, memilih strategi pemecahannya, dan memproses hingga menemukan penyelesaian dari suatu masalah.³⁴

2. Tahapan Model CPS

Adapun dalam tahapan model CPS terdiri dari sintaks dan proses pembelajaran yang kedua tahapan tersebut saling melengkapi satu sama lain yaitu sebagai berikut.³⁵

a. Tahapan Sintaks Model CPS

Tahapan sintaks pada model CPS adalah sebuah tahapan-tahapan dalam model pembelajaran yang harus diterapkan dan penerapannya dilakukan secara berurutan. Adapun tahapan sintaks model pembelajaran CPS ditunjukkan pada tabel 2.2.

³⁴Hamzah B. Uno, *Belajar Dengan Pendekatan PAIKEM*, ... h. 223

³⁵Karel L. Pepkin, *Creative Problem Solving in Math*,(Online 6 April 2015)

Tabel 2.2 Tahapan Sintaks Model CPS³⁶

Fase	Perilaku Guru
1. <i>Objective Finding</i> (Penemuan Objek)	Guru membagi siswa ke dalam beberapa kelompok. Guru mengajukan permasalahan, pertanyaan dan <i>brainstorming</i> sejumlah petunjuk yang bisa digunakan untuk membantu kerja kreatif siswa.
2. <i>Fact Finding</i> (Penemuan fakta)	Guru menyuruh siswa mendaftarkan setiap petunjuk yang ada di dalam permasalahan mengenai alat dan bahan yang ditemukan oleh siswa. Guru memberi waktu kepada siswa untuk berefleksi tentang fakta-fakta apa saja yang menurut mereka paling relevan dengan sasaran dan solusi permasalahan.
3. <i>Problem Finding</i> (Penemuan masalah)	Guru menyuruh siswa berdiskusi bersama kelompok untuk mendefinisikan kembali perihal permasalahan agar siswa bisa lebih dekat dengan masalah sehingga memungkinkannya untuk menemukan solusi yang lebih jelas.
4. <i>Idea Finding</i> (Penemuan Idea atau Gagasan)	Guru menyuruh siswa untuk menuliskan ide atau gagasan-gagasan siswa agar dapat melihat kemungkinan menjadi solusi atas situasi permasalahan dari hasil diskusi.
5. <i>Solution Finding</i> (Penentuan Jawaban)	Guru menyuruh siswa bersama kelompoknya masing-masing untuk menentukan idea tau gagasan yang mereka tuliskan yang memiliki potensial terbesar sebagai solusi.
6. <i>Acceptance Finding</i> (Penentuan Penerimaan)	Guru menyuruh siswa untuk mempertimbangkan isu-isu nyata dengan cara berfikir yang sudah mulai berubah.

Sumber: Miftahul Huda. *Model-Model Pengajaran Dan Pembelajaran*

³⁶Miftahul Huda, *Model-Model Pengajaran Dan Pembelajaran*, Yogyakarta; Pustaka Pelajar., 2013, h. 297-300

b. Tahapan Proses Pembelajaran Model CPS

Tahapan proses pembelajaran pada model CPS adalah sebuah tahapan-tahapan dalam model pembelajaran yang berfungsi sebagai pendukung sintaks model CPS khususnya di dalam proses pembelajaran. Adapun tahapan proses dari model pembelajaran CPS, terdiri dari langkah-langkah yang ditunjukkan pada tabel 2.3..

Tabel 2.3 Tahapan Proses Pembelajaran Model CPS³⁷

Fase	Perilaku Guru
1. Klarifikasi Masalah	Guru mengajukan permasalahan secara kontekstual kepada siswa mengenai Tegangan Permukaan Dan Viskositas.
2. Pengungkapan Pendapat	Guru mendemonstrasikan alat dan bahan sesuai petunjuk dalam LKS dan mengajak siswa berdiskusi untuk menjawab pertanyaan yang ada dalam LKS Tegangan Permukaan Dan Viskositas. Semua siswa diminta untuk memahami informasi, mengamati gambar dan perubahannya dan menjawab semua pertanyaan. Jawaban pertanyaan yang dituliskan pada LKS Tegangan Permukaan Dan Viskositas.
3. Evaluasi dan Seleksi	Guru memberi kesempatan siswa untuk berdiskusi secara kelompok menyusun prakiraan atau dari hasil alat dan bahan.
4. Implementasi	Guru meminta setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya di depan kelas. Selanjutnya guru memberikan penguatan dan penekanan ketika presentasi setiap kelompok dilaksanakan.

Sumber: Hamzah B. Uno. *Belajar Dengan Pendekatan PAIKEM*

5. Kelebihan dan Kekurangan Model CPS

Model CPS memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Adapun kelebihan dan kekurangan yang terdapat pada model CPS sebagai berikut.³⁸

³⁷Hamzah B. Uno, *Belajar Dengan Pendekatan PAIKEM*, ..., h. 223-224.

³⁸Ibid, 229-230

a. Kelebihan-Kelebihan Model CPS

- 1) Membuat siswa gemar menghafal dan aktif dalam berbicara.
- 2) Melatih siswa untuk mendesain suatu penemuan.
- 3) Melatih siswa berfikir dan bertindak kreatif.
- 4) Memecahkan masalah yang dihadapi secara realistis.
- 5) Mengidentifikasi dan melakukan penyelidikan.
- 6) Menafsirkan dan mengevaluasi hasil pengamatan.

b. Kekurangan-Kekurangan Model CPS

- 1) Memerlukan waktu yang lebih panjang.
- 2) Menitikberatkan pada cara menghafal sehingga siswa kurang memahami apabila ada soal yang menyangkut masalah pikiran

E. Kreativitas

1. Pengertian Kreativitas

Kreativitas didefinisikan sebagai “proses” untuk menghasilkan sesuatu yang baru dari elemen yang ada dengan menyusun kembali elemen tersebut.³⁹ Menurut Woolfook seorang pakar dari luar negeri menyatakan bahwa kreativitas adalah kemampuan individu untuk menghasilkan sesuatu (hasil) yang baru atau asli atau pemecahan suatu masalah. Sedangkan menurut Guilford mengemukakan kreativitas adalah cara-cara berfikir yang divergen, berfikir yang produktif, berdaya cipta berfikir heuristik dan berfikir lateral. Berbeda halnya dengan pendapat Rhodes yang mengemukakan bahwa kreativitas sebagai kemampuan dalam 4 P yaitu *person*, *process*, *press*, dan *product*. Menurut Rhodes, kreativitas

³⁹Ridwan Abdullah Sani, *Pembelajaran Saintifik untuk Implementasi Kurikulum 2013*, Jakarta; Bumi Aksara, 2014, h.13

harus ditinjau dari segi pribadi (*person*) yang kreatif, proses yang kreatif, pendorong kreatif, dan hasil kreativitas.⁴⁰

Adapun penjelasan dari **4 P** yang dikemukakan Rhodes yaitu *person*, *process*, *press*, dan *product* dijabarkan sebagai berikut.⁴¹

a. Person

Adapun kreativitas siswa terkait dengan *person* terdiri dari beberapa hal, yaitu sebagai berikut.

- 1) Mampu melihat masalah dari segala arah
- 2) Hasrat ingin tahu besar
- 3) Terbuka terhadap pengalaman baru
- 4) Suka tegas yang menantang
- 5) Wawasan luas
- 6) Menghargai karya orang lain

b. Process

Kreativitas dalam *process* dinyatakan sebagai “*Creativity is a process that manifest it self in fluency, in flexibility, as well as in originality of thinking.*”

Dalam tahapan proses kreativitas ada 4 tahap, yaitu:

- 1) Tahap pengenalan: merasakan ada masalah dalam kegiatan yang dilakukan.
- 2) Tahap persiapan: mengumpulkan informasi penyebab masalah yang dirasakan dalam kegiatan itu.
- 3) Tahap iluminasi: saat timbulnya inspirasi/gagasan pemecahan masalah.
- 4) Tahap verifikasi: tahap pengujian secara klinis berdasarkan realitas.

⁴⁰Riani, Asri Laksmi, *Dasar-Dasar Kewirausahaan*, Surakarta: UPT Penerbitan Dan Percetakan UNS (UNS Press), 2005.

⁴¹Hamzah B. Uno, *Belajar dengan Pendekatan PAIKEM*, ..., h. 154-155

c. Product

Dimensi produk kreativitas digambarkan sebagai berikut “*Creativity to bring something new into existence*” yang ditunjukkan dari sifat:

- 1) Baru, unik, berguna, benar, dan bernilai.
- 2) Bersifat *heuristic*, menampilkan metode yang masih belum pernah/jarang dilakukan sebelumnya.

d. Press atau Dorongan

Ada beberapa faktor pendorong dan penghambat kreativitas, yaitu:

1) Faktor Pendorong Kreativitas

- a) Kepekaan dalam melihat lingkungan
- b) Kebebasan dalam melihat lingkungan
- c) Komitmen kuat untuk maju dan berhasil
- d) Optimis dan berani mengambil resiko
- e) Ketekunan untuk berlatih
- f) Hadapi masalah dengan tantangan
- g) Lingkungan yang kondusif, tidak kaku, dan otoriter.

2) Faktor Penghambat Kreativitas

- a) Malas berfikir, bertindak, berusaha, dan melakukan sesuatu
- b) Implusif
- c) Anggap remeh karya orang lain
- d) Mudah putus asa, cepat bosan, tidak tahan uji
- e) Cepat puas
- f) Tak berani tanggung resiko

Ayat 33 pada Q.S Ar-Rahman mengisyaratkan kepada umat manusia bahwa mereka tidak mustahil untuk menembus ruang angkasa bila ilmu pengetahuan dan kemampuan atau teknologinya memadai. Selain itu, ayat tersebut juga menggambarkan bahwa kreativitas merupakan suatu kekuatan, keteraturan, hasil yang bermanfaat, keterukuran atau ketepatan. Jadi, jelaslah bahwa konsep kreativitas menurut Q.S Ar-Rahman ayat 33 yaitu manusia dituntut untuk mengolah, menggali, dan mengembangkan kemampuan atau ilmu pengetahuan dengan menggunakan akal sebagai modal dasar sehingga bermanfaat bagi kehidupan manusia itu sendiri.

Kreativitas juga terkait dengan tiga komponen utama, yakni: keterampilan berfikir kreatif, keahlian (pengetahuan teknis, prosedural, dan intelektual), dan motivasi. Keterampilan berfikir kreatif berguna untuk memecahkan sebuah permasalahan yang ditunjukkan dengan pengajuan ide yang berbeda dengan solusi pada umumnya.⁴³ Pengajuan ide yang kreatif sangat terkait dengan motivasi internal dan minat seseorang untuk melakukan pekerjaan atau pemikiran kreatif yang dapat memberi kepuasan atas tantangan yang dihadapi. Menurut Howard Gardner, ada dua jenis pengetahuan yang mungkin diperlukan untuk menghasilkan kreativitas, yakni:⁴⁴

- a. Pengalaman mendalam dan fokus pada suatu kajian tertentu yang membuat seseorang menjadi ahli.
- b. Kemampuan menggabungkan elemen-elemen dengan cara yang baru.

⁴³Ridwan Abdullah Sani, *Pembelajaran Saintifik untuk Implementasi Kurikulum 2013*....h.13-14

⁴⁴*Ibid*, h. 14

2. Kriteria Kreativitas

Berdasarkan pendapat para ahli psikologi, Danny dan Davis mengemukakan sejumlah aspek yang berbeda termasuk dalam kriteria kreativitas, yaitu:⁴⁵

a. *Sensitivity To Problems*

Sensitivity to problems artinya kreativitas dari kepekaan terhadap masalah yang muncul.

b. *Originality*

Originality artinya pemecahan masalah dengan cara baru dan bukan meniru pemecahan yang lain.

c. *Ingenuity*

Ingenuity artinya adanya kecerdikan dalam pemecahan masalah.

d. *Breadth*

Breadth artinya ketepatan dalam pemecahan masalah.

e. *Recognitiy By Peer*

Recognitiy by peer artinya pengakuan kelompok tentang penemuannya.

3. Ciri-ciri Kreativitas

Ciri-ciri khas kreativitas yang dimiliki oleh individu yang menandai adanya kemampuan untuk menciptakan sesuatu yang sama sekali baru atau kombinasi dari karya-karya yang telah ada sebelumnya menjadi suatu karya baru yang dilakukan melalui interaksi dengan lingkungannya untuk menghadapi permasalahan dan mencari alternatif pemecahannya melalui cara-cara berfikir

⁴⁵Riani, Asri Laksmi. *Dasar-Dasar Kewirausahaan*. Surakarta: UPT Penerbitan Dan Percetakan UNS (UNS Press), 2005.

divergen.⁴⁶ Adapun ciri-ciri kreativitas menurut Guilford yang dikembangkan oleh Utami Munandar menjelaskan bahwa ciri-ciri kreativitas terdiri dari dua ciri yaitu ciri *aptitude traits* atau ciri kognitif dan ciri *non-aptitude traits* atau ciri afektif.⁴⁷ Kedua ciri tersebut baik ciri *aptitude traits* dan ciri *non-aptitude traits* dapat digunakan sebagai tes pengukur kreativitas.

Ciri *aptitude traits* atau ciri kognitif dari kreativitas adalah ciri-ciri yang berkaitan dengan bakat atau potensi terkait keterampilan berpikir. Ciri *aptitude traits* meliputi yaitu keterampilan berpikir lancar, keterampilan berpikir luwes, keterampilan berpikir asli, keterampilan berpikir merinci dan keterampilan berpikir menilai. Sedangkan ciri-ciri *non-aptitude* atau ciri afektif dari kreativitas adalah ciri-ciri yang berkaitan dengan sikap dan perasaan. Ciri-ciri *non-aptitude* meliputi rasa ingin tahu, bersifat imajinatif, merasa tertantang oleh kemajemukan, sifat mengambil resiko dan sifat menghargai.⁴⁸ Kedua ciri-ciri kreativitas tersebut merupakan salah satu potensi yang penting untuk dipupuk dan selalu dikembangkan.

F. Hasil Belajar

Hasil belajar merupakan perubahan tingkah laku setelah melalui proses belajar mengajar. Tingkah laku sebagai hasil belajar dalam pengertian luas mencakup bidang kognitif, afektif, dan psikomotorik. Penilaian dan pengukuran hasil belajar dilakukan dengan menggunakan tes hasil belajar, terutama belajar

⁴⁶M. Asrori, *Penelitian Tindakan Kelas*, Bandung; CV Wacana Prima, 2007, h. 63

⁴⁷Utami Munandar, *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*, Jakarta; Rineka Cipta, 2004, h. 68

⁴⁸Utami Munandar, *Kreativitas & Keberbakatan Strategi Mewujudkan Potensi Kreatif Dan Bakat*, Jakarta; Gramedia Pustaka Utama, 1999, h. 88

kognitif berkenaan dengan penguasaan bahan pengajaran sesuai dengan tujuan pendidikan dan pengajaran.⁴⁹

Hasil belajar merupakan hal yang dapat dipandang dari dua sisi yaitu sisi siswa dan sisi guru. Dari sisi siswa, hasil belajar merupakan tingkat perkembangan mental yang lebih baik bila dibandingkan pada saat sebelum belajar. Tingkat perkembangan mental tersebut terwujud pada jenis-jenis ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik. Sedangkan dari sisi guru, hasil belajar merupakan saat terselesaikannya bahan pelajaran. Hasil juga bisa diartikan adalah bila seseorang telah belajar akan terjadi perubahan tingkah laku pada orang tersebut, misalnya dari tidak tahu menjadi tahu, dan dari tidak mengerti menjadi mengerti.⁵⁰

Hasil belajar merupakan suatu puncak proses belajar. Hasil belajar tersebut terjadi terutama berkat penilaian guru. Hasil belajar dapat berupa dampak pengajaran dan dampak pengiringan. Kedua dampak tersebut bermanfaat bagi guru dan siswa. Menurut Woodworth, hasil belajar merupakan perubahan tingkah laku sebagai akibat dari proses belajar. Woodworth juga mengatakan bahwa hasil belajar adalah kemampuan aktual yang diukur secara langsung.⁵¹ Pengukuran hasil belajar inilah yang akhirnya digunakan untuk mengetahui seberapa jauh tujuan pendidikan dan pengajaran yang telah dicapai.

⁴⁹Abdul Majid dkk, *Penilaian Autentik Proses Dan Hasil Belajar*, Bandung; Interes Media, 2014 h.29-30

⁵⁰*Ibid*, h. 29-31

⁵¹*Ibid*, h. 30

Hasil belajar dapat dikatakan sebagai cerminan dari usaha belajar, semakin baik usaha belajarnya, maka semakin baik pula hasil yang diraih. Dengan hasil belajar yang diraih seseorang dapat dilihat seberapa besar kuantitas pengetahuan yang dimilikinya, hasil belajar dapat dijadikan sebagai indikator keberhasilan siswa dalam belajarnya. Hasil belajar berbentuk suatu nilai yang diperoleh ketika anak mengikuti proses belajar mengajar di sekolah.

Menurut Fathurohman hasil belajar adalah suatu proses perubahan dalam pribadi manusia, dan perubahan tersebut di tampilkan dalam bentuk peningkatan kualitas dan kuantitas tingkah laku seperti peningkatan kecakapan, pengetahuan, sikap, kebiasaan, pemahaman, keterampilan, daya pikir dan kemampuan lainnya. Hasil belajar menggambarkan kemampuan siswa dalam mempelajari sesuatu.⁵² Hal ini sesuai dengan pendapat Sudjana yang menyebutkan bahwa hasil belajar adalah kemampuan yang dimiliki atau dikuasai siswa setelah mengikuti belajar.⁵³ Sedangkan menurut Nashar hasil belajar adalah terjadinya perubahan dari hasil masukan pribadi berupa motivasi dan harapan untuk berhasil dan masukan dari lingkungan berupa rancangan dan pengelolaan motivasional tidak berpengaruh terhadap besarnya usaha yang dicurahkan oleh siswa untuk mencapai tujuan belajar. Seseorang dapat dikatakan telah belajar sesuatu apabila dalam dirinya terjadi sesuatu perubahan, akan tetapi tidak semua perubahan yang terjadi.⁵⁴ Jadi hasil belajar merupakan pencapaian tujuan belajar dan hasil belajar sebagai produk dari proses belajar, maka didapat hasil belajar.

⁵²Fathurohman dkk, *Strategi Belajar Mengajar Melalui Penanaman Konsep Umum dan Konsep Islam*, Bandung; Remaja Rosdakarya, 2007, h.7

⁵³Nana Sudjana, *CBSA dan Proses Belajar Mengajar*, Jakarta; Sinar Baru, 2006, h.50

⁵⁴Nashar, *Peranan Motivasi Dan Kemampuan Awal dalam Kegiatan Pembelajaran*, Jakarta; Delia Press, 2004, h.77

G. Tegangan Permukaan dan Viskositas

1. Tegangan Permukaan

a. Pengertian Tegangan Permukaan

Adanya tegangan permukaan diilustrasikan dengan sebuah klip atau penjepit kertas yang dapat “terapung” di permukaan air jika diletakkan secara hati-hati. Sebenarnya klip yang dapat terapung itu bukanlah gaya apung, tetapi disebabkan karena tegangan permukaan. Penyebabnya ialah karena adanya gaya yang dapat menopang klip di permukaan air.

Tegangan permukaan yang dialami klip hanya dapat terjadi di bagian permukaan cairan saja. Hal ini dapat terjadi apabila sebuah klip ditempatkan secara hati-hati di permukaan cairan, maka molekul-molekul di permukaan air akan tertekan dan molekul-molekul tetangganya memberikan gaya pemulih ke atas untuk menopang klip itu. Sebaliknya, jika klip tidak ditempatkan secara hati-hati di permukaan cairan, maka klip tersebut akan tenggelam karena adanya sebuah molekul yang dikelilingi disemua sisinya oleh molekul-molekul lain dan ada molekul tetangga yang tidak bisa diregangkan. Jadi, permukaan cairan adalah selaput elastik yang diregangkan.⁵⁵

Permukaan zat cair dalam keadaan diam juga berperilaku dengan cara yang menarik. Sejumlah observasi umum menunjukkan bahwa permukaan zat cair berperilaku seperti membran yang teregang karena tegangan. Sebagai contoh beberapa jenis serangga dapat hinggap pada permukaan air, setetes air di ujung keran yang menetes, atau tergantung dari dahan kecil pada embun di pagi hari,

⁵⁵Paul A. Tipler, *Fisika untuk Sains dan Teknik*, Jakarta; Erlangga, 1998, h. 398

membuat bentuk yang hampir bulat seperti balon kecil yang berisi air. Permukaan zat cair berperilaku seakan-akan mengalami tegangan sehingga menyebabkan tegangan ini yang bekerja sejajar dengan permukaan, muncul dari gaya tarik antar molekul. Efek ini disebut *tegangan permukaan*.⁵⁶

Pada intinya tegangan permukaan pada suatu zat cair adalah suatu keadaan yang terjadi di permukaan zat cair yang cenderung untuk menegang sehingga permukaannya seperti ditutupi oleh suatu lapisan elastis.⁵⁷ Peristiwa tersebut telah dijelaskan dalam Al-Qur'an yang terdapat di dalam Q.S. Ar-Rahman ayat 19 dan 20 yang menjelaskan tentang konsep tegangan permukaan.



Artinya: 19. Dia membiarkan dua lautan mengalir yang keduanya kemudian bertemu. 20. Antara keduanya ada batas yang tidak dilampaui masing-masing. (Q.S. Ar-Rahman: 19-20)

Tafsiran dari ayat di atas sesuai pendapat para ahli tafsir ada yang berpendapat bahwa kata *la yabghiyān* maksudnya *masing-masingnya tidak menghendaki*. Jadi, maksud ayat 19 sampai 20 menjelaskan bahwa ada dua lautan yang keduanya tercerai karena dibatasi oleh tanah genting, tetapi tanah genting itu tidaklah dikehendaki (tidak diperlukan). Pada akhirnya, tanah genting itu dibuang (digali untuk keperluan lalu lintas), sehingga bertemulah dua lautan itu. Seperti terusan Suez dan terusan Panama.

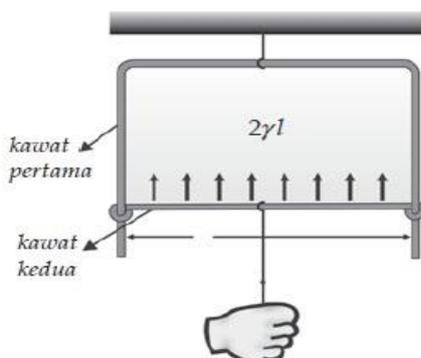
⁵⁶Douglas C. Giancoli, *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*, Jakarta; Erlangga, 2011, h. 350

⁵⁷Marthen Kanginan, *Fisika untuk SMA Kelas XI*, Jakarta; Erlangga, 2006, h. 252

Sifat kedua lautan tersebut saling bertemu, akan tetapi tidak bercampur satu sama lain. Hal ini disebabkan karena adanya teori fisika yang dinamakan “tegangan permukaan” yang menyebabkan air dari laut-laut yang bersebelahan tidak menyatu diakibatkan adanya perbedaan massa jenis. Adanya tegangan permukaan mencegah lautan dari bercampur satu sama lain, seolah terdapat dinding tipis yang memisahkan mereka.

Tegangan permukaan terjadi karena adanya gaya atau tarikan ke bawah yang menyebabkan permukaan cairan berkontraksi dengan benda dalam keadaan tegang. Hal inilah yang dialami klip sehingga dapat terapung ketika berada di permukaan air. Klip tersebut ketika dicelupkan secara hati-hati ke dalam air menyebabkan klip mengalami kontraksi dengan air dalam keadaan tegang. Sehingga klip dapat terapung karena ditopang oleh air yang seolah-olah membentuk selaput tipis.

Bukti lain terkait adanya tegangan permukaan terlihat pada gambar 2.1 mengenai seutas kawat yang dirangkai membentuk huruf U yang dicelupkan ke dalam sabun.



Sumber : <https://www.google.co.id/>
(Search: contoh benda yang mengalami kecepatan terminal di dalam air)

Gambar. 2.1 Seutas Kawat Dirangkai Berbentuk Huruf U

Gambar 2.1 terdapat seutas kawat yang dibengkokkan membentuk huruf U. Pada kaki-kaki kawat tersebut di pasang seutas kawat sedemikian rupa sehingga dapat bergeser. Ketika kedua kawat ini dicelupkan ke dalam larutan sabun dan di angkat kembali, maka kawat kedua akan tertarik ke atas (kawat harus ringan). Agar kawat kedua tidak bergerak ke atas, kita harus menahannya dengan gaya ke arah bawah.

Jika panjang kawat kedua l dan larutan sabun yang menyentuhnya memiliki dua permukaan, maka tegangan permukaan sabun bekerja sepanjang $2l$. Tegangan permukaan (γ) dalam hal ini didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya tegangan permukaan (F) dan panjang permukaan ($2l$) tempat gaya tersebut bekerja. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$\gamma = \frac{F}{2l} \quad ^{58} \quad (2.1)$$

Keterangan:

γ = Koefisien Tegangan Permukaan (N/m)

F = Gaya (N)

l = Panjang (m)

Tegangan permukaan bukanlah besaran gaya, tetapi merupakan gaya dibagi dengan panjang, sehingga satuan tegangan permukaan adalah N/m. Berikut adalah pengukuran tegangan permukaan beberapa zat cair yang umum dijumpai dalam keseharian yang ditunjukkan pada tabel 2.4.

⁵⁸Paul A. Tipler, *Fisika untuk Sains dan Teknik*,...h.398

Tabel 2.4 Nilai Tegangan Permukaan Beberapa Zat⁵⁹

Zat Cair	Suhu (0 ^c)	Tegangan Permukaan (x 10 ⁻⁵ N/m)
Raksa	20	44
Darah, Utuh	37	5,8
Darah, Plasma	37	7,3
Alkohol	20	2,3
Air	0	7,6
Benzena	20	2,9
Larutan Sabun	20	2,5
Oksigen	-193	1,6

Sumber: Douglas C. Giancoli. *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*.

Berdasarkan data tabel 2.4 mengenai nilai tegangan permukaan beberapa zat. Bahwa diantara semua zat cair yang memiliki nilai tegangan permukaan diketahui zat cair yang berupa air raksa menunjukkan nilai tegangan permukaan yang paling besar diantara zat cair lainnya. Sedangkan oksigen memiliki nilai tegangan permukaan yang paling kecil diantara zat cair lainnya.

b. Konsep Tegangan Permukaan Dalam Kehidupan Sehari-Hari

Penjelasan mengenai konsep tegangan permukaan dalam kehidupan sehari-hari dicontohkan seperti gambar 2.2 yang memperlihatkan sebuah penjepit kertas atau klip yang dapat mengapung dipermukaan air.



Sumber: [https://www.google.co.id/\(Search : Contoh Tegangan Permukaan Dan Viskositas\)](https://www.google.co.id/(Search : Contoh Tegangan Permukaan Dan Viskositas))

Gambar 2.2 Penjepit Kertas/Klip Mengapung Dipermukaan Air

⁵⁹Douglas C. Giancoli, *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*.....h. 350

Gambar 2.2 dapat dilihat bahwa penjepit kertas dapat mengapung di air disebabkan karena adanya tegangan permukaan pada zat cair. Tegangan permukaan berhubungan dengan peristiwa yang disebut kohesi (gaya tarik menarik antara molekul sejenis) dan adhesi (gaya tarik menarik antara molekul tidak sejenis). Lihatlah klip kertas diatas yang berada diatas air dan tidak tenggelam meskipun memiliki massa jenis lebih besar dibandingkan dengan massa jenis air.

Contoh lainnya yang berkaitan dengan konsep tegangan permukaan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3 yang memperlihatkan adanya seekor kinjeng yang dapat hinggap di atas permukaan air yang tenang.



Sumber: [https://www.google.co.id/\(Search: Contoh Tegangan Permukaan Dan Viskositas\)](https://www.google.co.id/(Search: Contoh Tegangan Permukaan Dan Viskositas))

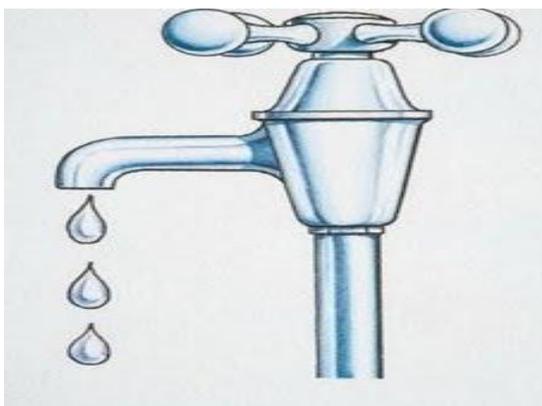
Gambar 2.3 Serangga Dapat Hinggap Di Permukaan Air

Pada gambar 2.3 menggambarkan adanya seekor serangga yang dapat hinggap di permukaan air. Serangga tersebut dapat hinggap dan berenang di permukaan air karena berat kinjeng dapat diatasi oleh kulit penutup yang tipis. Kulit penutup yang tipis tersebut terbentuk karena adanya gaya tarikan pada permukaan cairan. Sehingga serangga dapat menahan tegangan permukaan air.

Selain itu peristiwa lainnya dalam keseharian yang berhubungan dengan tegangan permukaan ialah tetes embun yang jatuh pada sarang laba-laba berbentuk bola, tetes air yang jatuh dari kran mendekati bentuk bola, jarum mesin atau silet yang diletakkan secara hati-hati di atas permukaan air akan terapung, melengkungnya permukaan-permukaan cairan dalam tabung, cincin yang diangkat dari dalam air maka ada sebagian air yang terbawa oleh cincin, dan lain-lain⁶⁰.

Tegangan permukaan seperti yang dicontohkan pada gambar 2.2 dan gambar 2.3 di atas dapat terjadi apabila suatu benda berada dalam sebagian besar cairan yang menyebabkan setiap molekul ditarik merata ke segala arah oleh molekul cairan tetangganya sehingga menghasilkan gaya total dari nol. Molekul-molekul di permukaan cairan tidak memiliki molekul lain di semua sisinya dan oleh karena itu ditarik ke dalam. Hal ini menciptakan beberapa tekanan internal dan memaksa permukaan cair untuk berkontraksi ke daerah di sekitar.

Setiap tegangan permukaan pun juga bertanggung jawab atas bentuk setiap tetesan cairan. Seperti halnya peristiwa yang terjadi pada kran yang menetes ditunjukkan pada gambar 2.4. Meskipun mudah cacat, tetesan air cenderung ditarik



Sumber: [https://www.google.co.id/\(Search:Contoh Tegangan Permukaan Dan Viskositas\)](https://www.google.co.id/(Search:Contoh+Tegangan+Permukaan+Dan+Viskositas))

Gambar 2.4 Tetesan Air Kran

ke dalam bentuk bola dengan kekuatan kohesif dari lapisan permukaan. Dengan tidak adanya kekuatan lain, termasuk gravitasi, hampir semua tetesan cairan

⁶⁰Ganijanti Aby Saroyo, *Seri Fisika Dasar Mekanika*, Jakarta; Salemba Teknika, 2002, h. 353

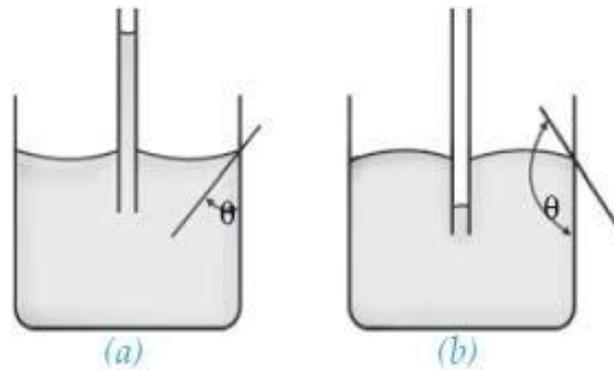
akan berbentuk bulat sempurna. Bentuk bulat meminimalkan "ketegangan dinding" yang diperlukan dari lapisan permukaan sesuai dengan hukum *Laplace*.

2. Kapilaritas

Tegangan permukaan memainkan peranan penting pada fenomena menarik lainnya yang berhubungan dengan kapilaritas. Hal umum yang sering terlihat terjadi pada air di dalam gelas yang naik sedikit di tempatnya menyentuh gelas, sehingga air dikatakan "membasahi" gelas seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5a. Di sisi lain, air raksa turun di tempatnya menyentuh gelas, sehingga air raksa tidak membasahi gelas seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5b. Suatu zat cair dapat membasahi permukaan yang padat atau tidak, sangat ditentukan oleh kekuatan relatif yang disebabkan adanya gaya kohesi dan gaya adhesi. Gaya kohesi adalah gaya tarik-menarik antara sebuah molekul di dalam cairan dengan jenis yang sama. Sedangkan gaya adhesi adalah gaya antara sebuah molekul yang jenisnya berbeda, seperti dinding gelas yang tipis.⁶¹

Perhatikanlah gambar 2.5 (a dan b) terkait dengan bentuk permukaan zat cair berupa air dan zat cair berupa raksa di dalam sebuah gelas. Pada gambar 2.5a) terlihat permukaan air yang naik menyentuh dinding gelas membentuk cekung sehingga dikatakan membasahi gelas. Sedangkan pada gambar 2.5b) terlihat permukaan raksa yang turun menyentuh dinding gelas membentuk cembung sehingga dikatakan tidak membasahi gelas.

⁶¹Douglas C. Giancoli, *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*,...h. 353



Sumber: [https://www.google.co.id/\(Search: Contoh Tegangan Permukaan Dan Viskositas\)](https://www.google.co.id/(Search: Contoh Tegangan Permukaan Dan Viskositas))

- a. Sudut kontak $\theta < 90^\circ$ karena gaya adhesi $>$ gaya kohesi
- b. Sudut kontak $\theta > 90^\circ$ karena gaya adhesi $<$ gaya kohesi

Gambar 2.5 a) Permukaan air yang naik menyentuh dinding gelas membentuk cekung sehingga dikatakan membasahi gelas dan b) Permukaan raksa yang turun menyentuh dinding gelas membentuk cembung sehingga dikatakan tidak membasahi gelas.

Peristiwa yang terjadi pada gambar 2.5a dikarenakan oleh adanya gaya adhesi yang relatif lebih besar terhadap gaya kohesi sehingga cairan dikatakan membasahi permukaan bahan lainnya. Dalam hal ini, permukaan kolom cairan dalam sebuah pipa adalah konkaf ke atas. Sudut kontak θ_c antara dinding dan permukaan menunjukkan kekuatan relative gaya kohesi dan adhesi. Cairan yang dapat membasahi permukaan memiliki sudut kontak lebih kecil terhadap 90° .

Sebaliknya peristiwa yang terjadi pada gambar 2.5b dikarenakan adanya gaya adhesi yang relatif lebih kecil terhadap gaya kohesi sehingga cairan dikatakan tidak membasahi permukaan. Dalam hal ini, permukaan kolom cairan dalam sebuah pipa adalah konkaf ke bawah atau konveks. Syaratnya jika sudut kontak lebih besar dari 90° .

Jika dirumuskan ke dalam persamaan matematis, gaya kohesi dan gaya adhesi sangat sulit untuk dihitung secara teoritis, tetapi untuk sudut kontak θ_c dapat diukur. Berdasarkan hasil percobaan, sudut kontak antara air dan gelas kira-kira 0° . Sedangkan sudut kontak antara air raksa dan gelas kira-kira 140° .⁶²

Pada gambar 2.5 a dan b, ketinggian suatu zat cair yang naik dalam sebuah pipa kapiler dapat diukur ketika zat cair dalam keadaan seimbang. Syaratnya, berat zat cair yang naik dalam pipa kapiler harus sama dengan komponen gaya ke atas dari gaya adhesi sehubungan dengan tegangan permukaan berat zat cair atau gaya ke bawah $w = mg$. Sedangkan massa (m) adalah massa jenis (ρ) kali volume zat air yang naik dalam pipa kapiler ($V = \text{luas alas} \times h = \pi r^2 h$).

Dengan demikian penjabaran persamaan yang diperoleh adalah seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.2.

$$w = mg = (\rho V)g = \rho (\pi r^2 h) g = \rho \pi h g r^2 \quad (2.2)$$

Gaya ke atas F , sehubungan dengan tegangan permukaan yang bekerja sepanjang *keliling permukaan dalam pipa kapiler* adalah hasil kali komponen ke atas tegangan permukaan (γ) dengan keliling permukaan dalam pipa kapiler ($2\pi r$) sehingga diperoleh persamaan 2.3.

$$F = \gamma (2\pi r) \quad \text{menjadi} \quad F = \gamma \cos \theta (2\pi r) \quad (2.3)$$

Selanjutnya dengan menyamakan gaya ke atas pada persamaan 2.3 dan gaya ke bawah pada persamaan 2.2 diperoleh persamaan 2.4.

$$F = w \quad \text{menjadi} \quad \gamma \cos \theta (2\pi r) = \rho \pi h g r^2 \quad (2.4)$$

⁶²Paul A. Tipler, *Fisika untuk Sains dan Teknik*,...h. 399

Dari persamaan 2.4 didapat rumus untuk mencari atau menghitung ketinggian suatu cairan yang berada dalam pipa kapiler atau sedotan seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.5.

$$h = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r} \quad (2.5)$$

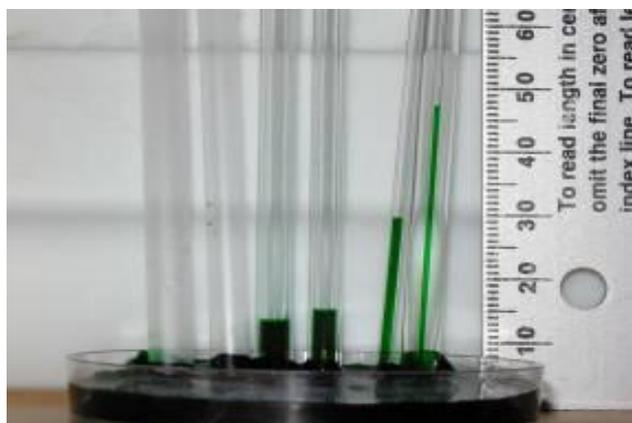
Keterangan :

h	= Kenaikan atau penurunan zat cair dalam pipa	(m)
γ	= Tegangan permukaan	(N/m)
θ	= Sudut kontak	(°)
ρ	= Massa jenis zat cair	(kg/m ³)
r	= Jari-jari pipa	(m)
g	= Percepatan gravitasi	(m/s ²)

Berdasarkan penjabaran persamaan 2.5 mengenai ketinggian permukaan zat cair di dalam pipa dapat disimpulkan bahwa apabila permukaan cairan konkaf ke atas, maka tegangan permukaan pada dinding pipa mempunyai komponen ke atas. Cairan akan naik dalam pipa sampai gaya ke atas neto padanya yang disebabkan tegangan permukaan yang diimbangi oleh berat cairan. Begitu juga sebaliknya, apabila permukaan cairan konkaf ke bawah, maka tegangan permukaan pada dinding pipa mempunyai komponen ke bawah. Hal ini menyebabkan cairan akan turun dalam pipa sampai gaya ke bawah neto padanya juga disebabkan tegangan permukaan yang diimbangi oleh berat cairan. Peristiwa

tersebut terkait kenaikan atau penurunan suatu zat cair dalam pipa kapiler dinamakan gerakan kapiler atau kapilaritas.⁶³

Secara garis besar kapilaritas adalah suatu peristiwa naik atau turunnya permukaan zat cair melalui celah-celah kecil atau celah-celah sempit. Sedangkan celah-celah kecil atau celah-celah sempit disebut pipa kapiler, seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.6.



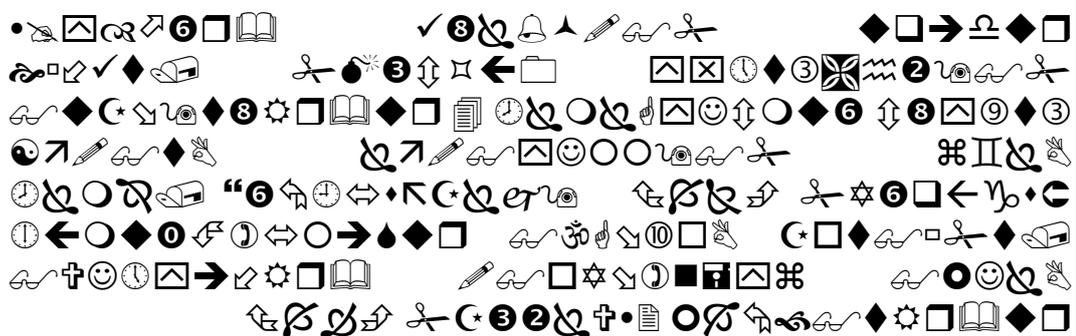
Sumber: [https://www.google.co.id/\(Search: Contoh Tegangan Permukaan Dan Viskositas\)](https://www.google.co.id/(Search: Contoh Tegangan Permukaan Dan Viskositas))

Gambar. 2.6 Peristiwa kapilaritas pada pipa kapiler

Pada gambar 2.6 diameter dalam pipa kapiler dari kiri ke kanan terlihat semakin kecil. Gambar tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil diameter dalam pipa kapiler, kenaikan permukaan air di dalam pipa kapiler akan semakin tinggi. Sebaliknya semakin besar diameter dalam pipa kapiler, kenaikan permukaan air di dalam pipa kapiler akan semakin rendah. Hal ini dikarenakan besar kecilnya diameter pada pipa kapiler ketika dimasukkan suatu zat cair dengan jumlah cairan yang sama dapat mempengaruhi ketinggian air di dalam sebuah pipa kapiler.

⁶³*Ibid*, 399-400

Kapilaritas juga berperan penting bagi perjalanan air dan zat bergizi dari akar ke daun melalui pembuluh *xylem* yang ukurannya sangat kecil. Hal inilah yang dialami oleh setiap tumbuhan untuk mendapatkan kebutuhannya antara lain dari air hujan yang meresap pada tanah sehingga tumbuhan bisa tumbuh subur. Peristiwa tersebut telah diinformasikan di dalam Al-Qur'an mengenai konsep kapilaritas yaitu pada Q.S Al-Furqon ayat 48-49.



Artinya: 48. Dia lah yang meniupkan angin (sebagai) pembawa kabar gembira dekat sebelum kedatangan rahmat-Nya (hujan); dan Kami turunkan dari langit air yang amat bersih. 49. Agar Kami menghidupkan dengan air itu negeri (tanah) yang mati, dan agar Kami memberi minum dengan air itu sebagian besar dari makhluk Kami, binatang-binatang ternak dan manusia yang banyak. (QS Al-Furqan: 48-49)

Pada ayat di atas menjelaskan bahwa maksud dari *Kami turunkan dari langit air yang amat bersih* itu adalah air hujan. Air hujan yang sengaja Allah turunkan ke bumi selanjutnya diserap oleh tumbuhan untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup di bumi. Betapa pentingnya konsep kapilaritas dalam kehidupan sehari-hari sehingga makhluk hidup yang tinggal di bumi dapat terpenuhi segala kebutuhannya.

Bila tidak ada kapilaritas, maka permukaan tanah akan langsung mengering setelah turun hujan atau disirami air. Jika hal itu terjadi, maka kelangsungan hidup makhluk hidup seperti manusia, hewan dan tumbuhan yang

di bumi akan kesulitan untuk memperoleh makanan. Selain itu, efek penting lainnya dari kapilaritas adalah tertahannya air di celah-celah antara partikel tanah.

Peristiwa lainnya yang berkaitan dengan konsep kapilaritas dalam kehidupan sehari-hari. Seperti, naiknya minyak tanah melalui sumbu kompor, pengisapan air dan unsur hara oleh tumbuhan melalui jaringan kapiler, pengisapan air oleh kertas atau kain, dinding rumah basah pada musim hujan dan lain-lain.

3. Viskositas

a. Gaya Stokes

Viskositas adalah ukuran kekentalan suatu fluida atau bisa dikatakan juga sebagai besaran yang menunjukkan berapa besar diperlukan suatu gaya (tegangan geser) untuk menghasilkan pergeseran (regangan geser). Artinya semakin kental suatu fluida maka viskositasnya semakin besar pula.⁶⁴ Viskositas pada gerak fluida adalah analogi dari gesekan di dalam gerak benda padat. Viskositas yang terjadi pada fluida berhubungan dengan gaya-gaya tangensial di antara lapisan fluida di dalam gerak relatif dan mengakibatkan disipasi tenaga mekanis.⁶⁵ Pada zat cair, viskositas disebabkan terutama oleh gaya kohesi antar molekul, sedangkan pada gas, viskositas muncul karena tumbukan antarmolekul.

Setiap jenis fluida memiliki besar viskositas yang berbeda-beda dinyatakan dengan nilai koefisien viskositas η . Perbedaan ukuran viskositas pada suatu fluida merupakan suatu ketetapan Allah SWT untuk setiap ciptaan-Nya. Segala sesuatu ciptaan Allah SWT telah ditetapkan sesuai ukuran dan nilainya. Seperti halnya air, minyak, dan oli telah ditetapkan dengan ukuran atau nilai kekentalan (viskositas)

⁶⁴Mohamad Ishaq, *Fisika Dasar Edisi 2*, Jakarta; Graha Ilmu, 2007, h.318

⁶⁵David Halliday dkk, *Fisika Jilid 1 Edisi Ketiga*, Jakarta; Erlangga, 1985, h. 580

yang berbeda-beda. Nilai kekentalan (viskositas) yang berbeda-beda ini menentukan fungsi dari masing-masing cairan. Hal ini telah disebutkan di dalam Al-Qur'an yang terdapat pada surat Al-Hijr ayat 19.



Artinya: Dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran.

Pada ayat di atas terdapat kata yang artinya maklum (diketahui, tertentu). Kata itu menurut sebagian ulama berarti ditentukan kadarnya. Sedangkan tafsiran dari surat Al-Hijr ayat 19 menurut Dr. Abdullah di dalam buku yang berjudul Tafsir Ibnu Katsir adalah Allah SWT dalam menciptakan bumi, gunung, dan menumbuhkan sesuatu telah menetapkan *mauzunnya*.

Ukuran dan ketetapan Allah SWT dalam setiap ciptaan-Nya tidak semata-mata hanya agar ada perbedaan antara ciptaan satu dengan yang lain. Akan tetapi lebih pada fungsi dari masing-masing ciptaan Allah. Seperti halnya oli yang diciptakan dengan ukuran kekentalan (viskositas) tinggi berfungsi untuk pelumas. Minyak goreng yang diciptakan dengan ukuran kekentalan (viskositas) lebih rendah dari oli digunakan untuk menggoreng. Air yang diciptakan dengan ukuran kekentalan (viskositas) paling rendah diantara minyak goreng dan oli berfungsi untuk sumber makanan.

Viskositas dalam aliran fluida kental sama saja dengan gesekan pada gerak benda padat. Untuk fluida ideal, viskositas $\eta = 0$, sehingga dianggap bahwa benda yang bergerak dalam fluida ideal tidak mengalami gesekan yang disebabkan oleh fluida. Akan tetapi, bila benda tersebut bergerak dengan kelajuan tertentu dalam

fluida kental, gerak benda tersebut akan dihambat oleh gaya gesekan fluida pada benda tersebut.⁶⁶ Benda dalam fluida yang memiliki viskositas akan mengalami gaya gesek sebesar dalam persamaan 2.6.

$$f = k.\eta.v \quad (2.6)$$

Koefisien k yang terdapat pada persamaan 2.6 bergantung pada bentuk geometris benda. Untuk benda yang memiliki bentuk geometris berupa *bola* dengan jari-jari r , maka didapat rumus yang ditunjukkan dalam persamaan 2.7.

$$k = 6.\pi.r \quad (2.7)$$

Selanjutnya persamaan 2.7 dimasukkan ke dalam persamaan 2.6 sehingga menjadi persamaan 2.8.

$$f = (6.\pi.r).\eta.v \quad (2.8)$$

Persamaan 2.8 dinamakan **Hukum Stokes**. Kata Stokes berasal dari seorang ilmuwan yang pertama kali merumuskan efek viskositas pada benda yang berada dalam fluida. Sebagaimana halnya gaya gesek, arahnya selalu berlawanan dengan arah gerak benda. Dimisalkan ada sebuah logam yang berbentuk bola dijatuhkan pada fluida dengan viskositas η , maka dinamika yang terjadi dituliskan dalam persamaan 2.9.

$$\sum F_f = m.a = m.(g-f) \quad (2.9)$$

Selanjutnya dari persamaan 2.8 dimasukkan ke persamaan 2.9 sehingga bentuk persamaannya seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.10.

$$\sum F_f = m.a = m.(g - (6.\pi.r.\eta.v))^{67} \quad (2.10)$$

⁶⁶Marthen Kanganin, *Fisika untuk SMA Kelas XI*, Jakarta; Erlangga, 2006, h. 257-258

⁶⁷Mohamad Ishaq, *Fisika Dasar Edisi 2*,...h.318

Viskositas dapat dengan mudah dipahami dengan meninjau satu lapisan tipis fluida yang ditempatkan di antara dua lempeng logam yang rata. Satu lempeng bergerak (lempeng atas) dan lempeng yang lain diam (lempeng bawah). Fluida yang bersentuhan dengan lempeng ditahan oleh gaya adhesi antara molekul fluida dan molekul lempeng. Dengan demikian, lapisan fluida yang bersentuhan dengan lempeng yang bergerak akan ikut bergerak, sedangkan lapisan fluida yang bersentuhan dengan lempeng diam akan tetap diam.

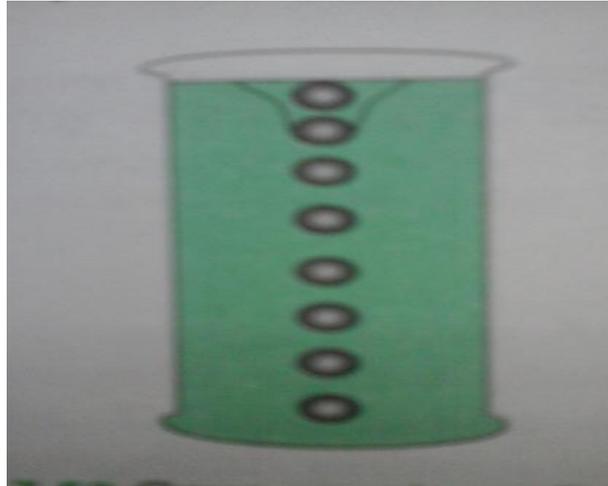
b. Kecepatan Terminal

Kecepatan terminal pada suatu benda dimisalkan dengan adanya sebuah kelereng yang dilepaskan jatuh bebas dalam suatu fluida kental. Jika hanya gaya gravitasi yang bekerja pada kelereng, kelereng akan bergerak dipercepat dengan percepatan sama dengan percepatan gravitasi (g). Hal ini berarti, jarak antara dua kedudukan kelereng dalam selang waktu yang sama haruslah makin besar. Sedangkan dari hasil eksperimen menyatakan hal yang berbeda.

Mula-mula jarak antara dua kedudukan kelereng dalam selang waktu yang sama makin besar, tetapi mulai saat tertentu, jarak antara dua kedudukan kelereng dalam selang waktu yang sama adalah sama besar. Dari hasil eksperimen ini disimpulkan bahwa suatu benda yang berbentuk bola setelah dicelupkan dan jatuh perlahan ke dasar wadah fluida memiliki percepatan (a), dan suatu saat menyebabkan kecepatan kelereng yang berbentuk bola perlahan menjadi stabil sehingga percepatan (a) = 0 , maka kecepatannya mencapai suatu kecepatan terbesar yang tetap.

Kecepatan terbesar yang tetap tersebut dinamakan *kecepatan terminal*.

Adapun contohnya peristiwanya seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.7.

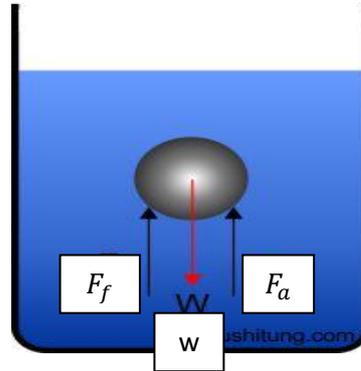


Sumber : Marthen Kanginan, *Fisika untuk SMA Kelas XI Semester 2*

Gambar. 2.7 Kelereng Jatuh Ke Dalam Fluida Kental

Pada gambar 2.7 terdapat sebuah kelereng yang jatuh ke dalam fluida kental. Gambar tersebut menunjukkan bahwa semakin ke dalam jarak kelereng menjadi dekat. Hal ini dikarenakan kecepatan kelereng menjadi berkurang dan lama-kelamaan mengalami kecepatan yang tetap yang disebut kecepatan terminal.

Pada suatu benda yang jatuh bebas dalam fluida kental, selama gerakanya, pada benda tersebut bekerja tiga buah gaya, yaitu gaya berat, $w = mg$, gaya ke atas yang dikerjakan fluida F_a dan gaya gesekan yang dikerjakan fluida F_f . Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.8.



Sumber: [https://www.google.co.id/\(Search: Contoh Tegangan Permukaan Dan Viskositas\)](https://www.google.co.id/(Search: Contoh Tegangan Permukaan Dan Viskositas))

Gambar. 2.8 Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Benda Ketika Jatuh Ke Dalam Air

Pada gambar 2.8 terdapat adanya gaya-gaya yang dialami oleh sebuah benda (kelereng). Gambar tersebut menunjukkan bahwa benda dipengaruhi oleh tiga buah gaya. Adapun tiga buah gaya tersebut satu sama lain saling berinteraksi.

Seperti yang telah dinyatakan, suatu benda akan bergerak makin cepat sampai mencapai kecepatan terminal yang konstan. Pada saat kecepatan terminal V_T tercapai, maka gaya-gaya yang bekerja pada benda adalah seimbang. Hal ini karena resultan semua gayanya sama dengan nol seperti pada persamaan 2.11.

$$\begin{aligned}\sum \mathbf{F} &= \mathbf{0} \\ \mathbf{mg} - \mathbf{F}_a - \mathbf{F}_f &= \mathbf{0} \\ \mathbf{F}_f &= \mathbf{mg} - \mathbf{F}_a\end{aligned}\quad (2.11)$$

Massa jenis benda = ρ_b , massa jenis fluida = ρ_f , volume benda = V_b , gaya ke atas $F_a = (V_b \rho_f)g$, Berat benda $w = \mathbf{mg} = (\rho_b V_b)g$, dan gaya gesekan $F_f = 6\pi\eta r V_T$ (benda dianggap berbentuk bola).

Selanjutnya besar ketiga gaya tersebut dimasukkan ke dalam persamaan 2.11 sehingga diperoleh persamaan 2.12.

$$6\pi\eta r V_T = (\rho_b V_b)g - (V_b \rho_f)g = g V_b (\rho_b - \rho_f)\quad (2.12)$$

Dari persamaan 2.12 diperoleh secara umum rumus kecepatan terminal dalam fluida kental yang ditunjukkan pada persamaan 2.13.

$$V_T = \frac{gV_b (\rho_b - \rho_f)}{6\pi\eta r} \quad (2.13)$$

Adapun untuk benda yang berbentuk bola dengan jari-jari r , maka volume benda $V_b = \left(\frac{4}{3}\pi r^3\right)$ sehingga diperoleh persamaan 2.14.

$$V_T = \frac{g \left(\frac{4}{3}\pi r^3\right) (\rho_b - \rho_f)}{6\pi\eta r} \quad (2.14)$$

Jadi, kecepatan terminal pada suatu benda yang berbentuk bola di dalam fluida kental secara matematis dapat dituliskan seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.15.

$$V_T = \frac{2r^2 g}{9\eta} (\rho_b - \rho_f)^{68} \quad (2.15)$$

Keterangan:

V_T = Kecepatan Terminal (m/s)

m = Massa Kelereng (kg)

g = Percepatan Gravitasi (m/s^2)

r = Jari-Jari Bola (m)

η = Koefisien Viskositas (Pa/s)

ρ_b = Massa jenis benda (kg/m^3)

ρ_f = Massa jenis fluida (kg/m^3)

⁶⁸Marthen Kanginan, *Fisika Untuk SMA Kelas XI Semester 2*, ... h.131-132

