

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Pembelajaran Menurut Filsafat Konstruktivisme

Belajar merupakan proses perubahan, perubahan yang dimaksud di sini adalah perubahan tingkah laku sebagai hasil interaksi dengan lingkungannya dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Perubahan tersebut meliputi sikap, keterampilan dan pengetahuan. Dari pengertian tersebut dapat diambil beberapa elemen penting yang terdapat di dalamnya. Adapun elemen tersebut yaitu (1) belajar merupakan perubahan tingkah laku yang meliputi cara berpikir (kognitif), cara bersikap (afektif) dan perbuatan (psikomotor), (2) menambah atau mengumpulkan sejumlah pengetahuan, (3) siswa diumpamakan sebagai sebuah botol kosong yang siap untuk diisi penuh dengan pengetahuan, dan siswa diberi bermacam-macam materi pelajaran untuk menambah pengetahuan yang dimilikinya.¹⁰

Paham konstruktivistik menjelaskan bahwa pengetahuan merupakan konstruksi (bentukan) dari orang yang mengenal sesuatu (skemata). Pengetahuan tidak bias ditransfer dari guru kepada orang lain karena setiap orang mempunyai skema sendiri tentang apa yang diketahuinya. Pembentukan pengetahuan merupakan proses kognitif tempat terjadi proses asimilasi dan akomodasi untuk

¹⁰Kusairi, Sentot. *Pembelajaran dengan Pendekatan Konstruktivis dan Kendala-kendala Implementasinya*. FMIPA UM: 2000, h. 1.

mencapai suatu keseimbangan sehingga terbentuk suatu skema yang baru. Seseorang yang belajar berarti membentuk pengertian atau pengetahuan secara aktif dan terus menerus.¹¹ Menurut filsafat konstruktivisme juga menjelaskan bahwa "pengetahuan itu adalah bentukan (konstruksi) siswa sendiri yang sedang belajar". Pengetahuan seseorang tentang kucing adalah bentukan siswa sendiri yang terjadi karena siswa mengolah, mencerna dan akhirnya merumuskan pengertian tentang kucing.¹²

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran yang menekankan proses pembentukan pengetahuan oleh siswa sendiri dinamakan pembelajaran konstruktivisme. Aktivitas siswa merupakan syarat mutlak agar siswa bukan hanya mampu mengumpulkan banyak fakta, melainkan siswa mampu menemukan sesuatu pengetahuan dan mengalami perkembangan berpikir.

Pengetahuan-pengetahuan yang didapat oleh masing-masing siswa dibawa ke dalam diskusi kelas, kemudian dipecahkan dan dibahas bersama-sama di dalam kelas. Dalam pembelajaran konstruktivisme, guru hanya berperan sebagai fasilitator dan moderator, tugasnya adalah merangsang dan membantu siswa untuk mau belajar sendiri dan merumuskan pengertiannya. Jelas sekali bahwa pembelajaran konstruktivisme adalah bentuk pembelajaran yang ideal yaitu pembelajaran siswa yang aktif dan kritis.

¹¹Muhammad Thobrani, Arif Mustofa, *Belajar dan Pembelajaran*, h. 107.

¹²Paul, suparno *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Kanisius: 1997, h. 15.

B. Proses Pembelajaran Fisika

Bagi kaum konstruktivis, belajar adalah suatu proses organik untuk menemukan sesuatu, bukan suatu proses mekanik untuk mengumpulkan fakta. Belajar itu suatu perkembangan pemikiran dengan membuat kerangka pengertian yang berbeda. Pelajar harus punya pengalaman dengan membuat hipotesis, mengetes hipotesis, memanipulasi objek, memecahkan persoalan, mencari jawaban, menggambarkan, meneliti, berdialog, mengadakan refleksi, mengungkapkan pertanyaan, mengekspresikan gagasan dan lain-lain untuk membentuk konstruksi baru. Pelajar harus membentuk pengetahuan mereka sendiri dan guru membantu sebagai mediator dalam proses pembentukan itu. Belajar yang berarti terjadi melalui refleksi, pemecahan konflik pengertian, dan dalam proses memperbaharui tingkat pemikiran yang tidak lengkap.¹³

Proses belajar merupakan jalan yang harus ditempuh oleh seorang pelajar untuk mengerti sesuatu hal yang sebelumnya tidak diketahui. Hilgrad mengatakan bahwa “belajar adalah proses yang melahirkan atau mengubah suatu kegiatan melalui jalan latihan (apakah dalam laboratorium atau dalam lingkungan alamiah) yang dibedakan dari perubahan-perubahan oleh faktor-faktor yang tidak termasuk latihan”, misalnya perubahan karena mabuk/minum ganja bukan termasuk hasil belajar.¹⁴

¹³*Ibid.*, h. 62.

¹⁴Nasoetion, S, *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar dan Mengajar*, Jakarta: Bina Aksara, 1992, h. 39.

Kaum konstruktivis menyatakan bahwa belajar merupakan proses aktif pelajar mengkonstruksi arti baik teks, dialog, pengalaman fisis dan lain-lain. Belajar juga merupakan proses mengasimilasikan dan menghubungkan pengalaman atau bahan yang dipelajari dengan pengertian yang sudah dipunyai seseorang sehingga pengertiannya dikembangkan. Proses tersebut antara lain mempunyai ciri-ciri sebagai berikut.¹⁵

1. Belajar berarti membentuk makna. Makna diciptakan oleh siswa dari apa yang mereka lihat, dengar, rasakan dan alami. Konstruksi arti itu dipengaruhi oleh pengertian yang telah ia punyai.
2. Konstruksi arti itu adalah proses yang terus-menerus. Setiap kali berhadapan dengan fenomena atau persoalan yang baru, diadakan rekonstruksi baik secara kuat maupun lemah.
3. Belajar bukanlah kegiatan mengumpulkan fakta, melainkan lebih suatu pengembangan pemikiran dengan membuat pengertian yang baru. Belajar bukanlah hasil perkembangan, melainkan merupakan perkembangan itu sendiri, suatu perkembangan yang menuntut penemuan dan pengaturan kembali pemikiran seseorang.¹⁶
4. Proses belajar yang sebenarnya terjadi pada waktu skema seseorang dalam keraguan yang merangsang pemikiran lebih lanjut. Situasi ketidakseimbangan (*disequilibrium*) adalah situasi yang baik untuk mengacu belajar.

¹⁵Suparno, Paul. *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Kanisius: 1997, h. 61.

¹⁶*Ibid.*, h. 19.

5. Hasil belajar dipengaruhi oleh pengalaman belajar dengan dunia fisik dan lingkungannya.¹⁷

Dari uraian di atas dapat didefinisikan bahwa ciri-ciri kegiatan belajar merupakan sesuatu yang menghasilkan perubahan-perubahan tingkah laku, keterampilan dan sikap pada diri individu yang belajar. Perubahan ini tidak harus segera tampak setelah proses pembelajaran, tetapi akan tampak pada kesempatan yang akan datang. Perubahan yang terjadi disebabkan oleh adanya suatu usaha yang disengaja.

Fisika sebagai salah satu cabang Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang lebih banyak berkaitan dengan kegiatan-kegiatan seperti mengumpulkan data, mengukur, menghitung, menganalisis, mencari hubungan, menghubungkan konsep-konsep, semuanya ditujukan pada satu penyelesaian soal. Oleh karena itu, belajar fisika dengan prestasi tinggi, seharusnya tidak hanya menghafal teori, definisi dan sejenisnya, tetapi memerlukan pemahaman yang sungguh-sungguh.¹⁸

C. Hasil Belajar Fisika

Hasil belajar dapat diartikan sebagai hasil dari proses belajar. Jadi hasil itu adalah besarnya skor tes yang dicapai siswa setelah mendapat perlakuan selama proses belajar mengajar berlangsung. Belajar menghasilkan suatu perubahan pada siswa, perubahan yang terjadi akibat proses belajar yang berupa

¹⁷*Ibid.*, h. 20.

¹⁸ Syam, "Problem Posing Berbasis Aktivitas", *Skripsi sarjana*, h. 11.

pengetahuan, pemahaman, keterampilan, sikap.¹⁹ Jadi prestasi dapat juga diartikan sebagai hasil perubahan.

Hasil belajar fisika merupakan perubahan tingkah laku yang diperoleh melalui pengalaman-pengalaman siswa dari berbagai kegiatan pemecahan masalah, seperti kegiatan mengumpulkan data, mencari hubungan antara dua hal, menghitung, menyusun hipotesis, menggeneralisasikan dan lain-lain. Sehingga diperoleh konsep-konsep dari hukum-hukum fisika secara baik.²⁰

D. Pembelajaran dengan Pendekatan *Problem Posing*

1. Pengertian *Problem Posing*

Pengajuan soal (*problem posing*) mempunyai beberapa arti. Kata *problem* sebagai masalah atau soal sehingga pengajuan masalah dipandang sebagai suatu tindakan merumuskan masalah atau soal dari situasi yang diberikan.²¹ *Problem posing* merupakan istilah dalam bahasa Inggris, sebagai padanan katanya digunakan istilah merumuskan masalah (soal) atau membuat masalah (soal)”.²²

Dari pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa *problem posing* adalah perumusan masalah (soal) yaitu siswa diarahkan untuk membuat soalnya sendiri. Hal ini dilakukan untuk melatih siswa agar dapat berpikir

¹⁹Winkel, W. S, *Psikologi Pengajaran*, Jakarta: PT. Gramedia, 1996, h. 50.

²⁰Nana Sudjana. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 1990, h. 22.

²¹Muhammad Thobrani, Arif Mustofa. *Belajar dan Pembelajaran*, h. 343.

²² Sutiarto, Sugeng. *Pengaruh Pembelajaran dengan Pendekatan Problem Posing Terhadap Hasil Belajar Aritmetika Siswa Kelas II SMPN 18 Malang*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Malang, 1999, h. 16.

kreatif dan mereka juga memikirkan cara yang tepat untuk menyelesaikan soal mereka buat tersebut.

Silver dan Cai memberikan istilah *problem posing* adalah pengajuan soal yang diaplikasikan pada tiga bentuk aktivitas kognitif matematika yang berbeda. Istilah tersebut adalah sebagai berikut.

- a. Pengajuan *pre-solusi* atau *pre-solution posing* yaitu seorang siswa membuat soal dari situasi yang diadakan.
- b. Pengajuan didalam solusi (*within-solution posing*), yaitu seorang siswa merumuskan ulang soal seperti yang telah diselesaikan.
- c. Pengajuan setelah solusi (*post-solution posing*), yaitu seorang siswa memodifikasi tujuan atau kondisi soal yang sudah diselesaikan untuk membuat soal yang baru.²³

2. Problem Posing dan Relevansinya dalam Pembelajaran

Pengajuan masalah berkaitan dengan kemampuan guru memotivasi siswa melalui perumusan situasi yang menantang sehingga siswa dapat mengajukan pertanyaan yang dapat diselesaikan dan berakibat kepada peningkatan kemampuan mereka dalam memecahkan masalah.²⁴

Sebenarnya banyak cara bagaimana mengaktifkan siswa. Salah satunya melalui pembelajaran dengan pendekatan *problem posing*. Melalui pendekatan ini mereka bisa terangsang untuk mengembangkan

²³ *Ibid.*, h. 16.

²⁴ *Ibid.*, h. 16.

pengetahuannya dengan cara yang mudah dan murah. Pengetahuan siswa dengan pendekatan ini, bisa dikembangkan dari yang sederhana hingga pada pengetahuan yang kompleks. Selain itu, dengan pendekatan tersebut siswa akan belajar sesuai dengan tingkat berfikirnya. Karena antara siswa yang pandai dengan yang kurang pandai tidak diperlakukan sama. Mereka akan belajar dengan *problem posing* sesuai dengan pengetahuan mereka yang telah dimiliki sebelumnya. Dengan pendekatan ini diharapkan siswa lebih bersemangat, kritis dan kreatif. Walhasil, dengan pendekatan *problem posing* siswa diharapkan lebih peka terhadap masalah yang timbul disekitarnya dan mampu memberikan penyelesaian yang cerdas.²⁵

Pengajuan masalah menurut Brown dan walter terdiri dari dua aspek penting, yaitu *accepting* dan *challenging*. *Accepting* berkaitan dengan sejauh mana siswa merasa tertantang dari situasi yang diberikan guru. Sementara, *challenging* berkaitan dengan sejauh mana siswa merasa tertantang dari situasi yang diberikan sehingga melahirkan kemampuan untuk mengajukan masalah atau soal. Hal ini berarti bahwa pengajuan masalah dapat membantu siswa untuk mengembangkan proses nalar mereka.²⁶

Dari beberapa pandangan di atas, dapat dikatakan bahwa pengajuan soal (*problem posing*) merupakan reaksi siswa terhadap situasi yang telah

²⁵Mohammad Nurul Hajar, *Problem Posing (Belajar dari Masalah membuat masalah)*, http://h4j4r.multiply.com/journal/item/7?&show_interstitial=1&u=%2Fjournal%2Fitem, (Di unduh 20 Mei 2013).

²⁶Muhammad Thobrani, Arif Mustofa. *Belajar dan Pembelajaran*, h. 345.

disediakan oleh guru. Reaksi tersebut berupa respons dalam bentuk pertanyaan.

3. *Problem Posing* secara Kelompok atau Individu

Pengajuan masalah atau soal dapat dilakukan secara berkelompok atau individu. Secara umum, pengajuan masalah oleh siswa dalam pembelajaran, baik secara kelompok maupun individu merupakan aspek yang penting. Tingkat pemahaman dan penguasaan siswa terhadap materi yang dipelajarinya dapat dilihat melalui pertanyaan yang diajukannya.²⁷

a. Pengajuan masalah secara kelompok

Pengajuan masalah secara kelompok merupakan salah satu cara untuk membangun kerja sama yang saling menguntungkan.

Dimiyati dan Mujiono mengemukakan bahwa tujuan utama pembelajaran dengan cara berkelompok adalah untuk:

- 1) Memberi kesempatan kepada setiap siswa untuk mengembangkan kemampuan memecahkan masalah secara rasional.
- 2) Mengembangkan sikap sosial dan semangat bergotong royong dalam kehidupan.
- 3) Mendinamiskan kegiatan kelompok dalam belajar sehingga tiap anggota merasa diri sebagai bagian yang bertanggungjawab.

²⁷*Ibid.*, h. 345.

- 4) Mengembangkan kemampuan kepemimpinan pada setia anggota kelompok dalam pemecahan masalah kelompok.²⁸

b. Pengajuan masalah secara Individu

Pengajuan masalah secara individu dimaksudkan adalah proses pembelajaran yang berlangsung di dalam kelas, dengan seorang guru sebagai fasilitator dan diikuti oleh semua siswa di dalam kelas. Selanjutnya, secara perorangan atau individu, siswa mengajukan dan menjawab pertanyaan tersebut, baik secara verbal maupun tertulis berdasarkan situasi/informasi yang telah diberikan oleh guru.²⁹

Sama halnya dengan pengajuan soal secara berkelompok, pengajuan masalah secara individu juga memiliki kelebihan. Pertanyaan yang diajukan secara individu berpeluang untuk dapat diselesaikan daripada terlebih dahulu dipikirkan secara matang, sungguh-sungguh, dan tanpa intervensi pikiran dari siswa lainnya, dapat menjadi lebih berbobot. Selain itu, aktivitas siswa berupa pertanyaan, tanggapan, saran, atau kritikan dapat membantu siswa untuk lebih mandiri dalam belajar.³⁰

4. *Problem Posing* Berbasis Aktivitas

Problem posing berbasis aktivitas didefinisikan sebagai tugas perumusan soal yang harus dilakukan oleh siswa (pribadi ataupun kelompok) yang berfokus pada aktivitas siswa yang merupakan strategi pembelajaran

²⁸*Ibid.*, h. 345-346.

²⁹*Ibid.*, h. 347.

³⁰*Ibid.*, h. 347.

dengan paradigma konstruktivis. Seperti yang telah dipaparkan di atas, bahwa pembelajaran yang menekankan proses pembentukan pengetahuan oleh siswa sendiri dinamakan pembelajaran konstruktivisme. Dalam konteks belajar seperti ini, aktivitas siswa menjadi syarat mutlak agar siswa mengalami perkembangan pemikirannya.

Dalam pembelajaran fisika, pengajuan soal atau perumusan soal menempati posisi yang strategis seperti halnya pada mata pelajaran matematika.

Dalam pembelajaran fisika di SMP dan di SMA, tujuan khusus pengajarannya adalah agar siswa dapat mempunyai pandangan yang cukup luas dan memiliki sikap yang logis, kritis, cermat, kreatif dan disiplin serta menghargai kegunaan fisika. Sedang dalam pelaksanaan kegiatan belajar mengajar dijelaskan guru hendaknya memilih strategi yang melibatkan siswa aktif dalam belajar baik secara mental, fisik maupun sosial. Dalam mengaktifkan siswa, hendaknya guru memberikan soal yang mengarah pada jawaban divergen (terbuka, lebih dari satu jawaban) dan pertanyaan yang bersifat penyelidikan.³¹

Dalam pembelajaran fisika, pengajuan soal merupakan tugas kegiatan yang mengarah pada sikap kritis dan kreatif, sebab siswa diminta untuk membuat pertanyaan dari informasi yang diberikan. Menurut Posamentier

³¹Syam, *Problem Posing Berbasis Aktivitas*, Skripsi sarjana, h. 14.

dan Patahuddin menulis pertanyaan-pertanyaan dari informasi yang ada dapat menyebabkan ingatan siswa jauh lebih baik sehingga dapat memantapkan kemampuan siswa dalam belajar fisika. Selain itu, dalam pengajuan soal juga melibatkan aktivitas mental siswa. Siswa mencoba dan menyelidiki rumusan suatu soal, kemudian membicarakan dan menyelesaikan suatu soal tersebut untuk dapat merumuskan soal baru yang baik dan dapat diselesaikan.³²

Sedangkan menurut Eggen dan Kauchak yang menyatakan bahwa dengan melibatkan siswa dalam pengorganisasian dan penemuan informasi (pengetahuan) ketika pembelajaran akan menghasilkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan berpikir siswa.³³

Pendekatan pembelajaran *Problem Posing* dalam pembelajaran Fisika membutuhkan keterampilan sebagai berikut.

- a. Menggunakan strategi pengajuan soal untuk menginvestigasi dan memecahkan soal yang diajukan.
- b. Memecahkan masalah dari situasi fisika dan kehidupan sehari-hari.
- c. Menggunakan pendekatan yang tepat untuk mengemukakan masalah pada situasi fisika.
- d. Mengenali hubungan antara materi-materi yang berbeda dalam fisika.
- e. Mempersiapkan solusi dan strategi terhadap situasi masalah baru.

³²*Ibid.*, h. 14.

³³*Ibid.*, h. 15.

- f. Mengajukan masalah yang kompleks sebaik mungkin, begitu juga masalah yang sederhana.
- g. Menggunakan penerapan subjek yang berbeda dalam mengajukan masalah fisika.³⁴

5. Kelebihan dan Kelemahan Pembelajaran dengan Pendekatan *Problem Posing*

Pembelajaran melalui pendekatan *problem posing* mempunyai beberapa kelebihan dan kelemahan,³⁵ diantaranya adalah:

a. Kelebihan *Problem Posing*

- 1) Kegiatan pembelajaran tidak terpusat pada guru, tetapi dituntut keaktifan siswa.
- 2) Minat siswa dalam pembelajaran fisika lebih besar dan siswa lebih mudah memahami soal karena dibuat sendiri.
- 3) Semua siswa terpacu untuk terlibat secara aktif dalam membuat soal.
- 4) Dengan membuat soal dapat menimbulkan dampak terhadap kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah.
- 5) Dapat membantu siswa untuk melihat permasalahan yang ada dan yang baru diterima sehingga diharapkan mendapatkan pemahaman yang mendalam dan lebih baik, merangsang siswa untuk memunculkan ide yang kreatif dari yang diperolehnya dan memperluas bahasan/

³⁴Muhammad Thobrani, Arif Mustofa. *Belajar dan Pembelajaran*, h. 353.

³⁵*Ibid.*, h. 349-350.

pengetahuan, siswa dapat memahami soal sebagai latihan untuk memecahkan masalah.

b. Kekurangan *Problem Posing*

- 1) Persiapan guru lebih karena menyiapkan informasi apa yang dapat disampaikan
- 2) Waktu yang digunakan lebih banyak untuk membuat soal dan penyelesaiannya sehingga materi yang disampaikan lebih sedikit.
- 3) Tidak bisa digunakan di kelas-kelas rendah.

E. Fluida Statis

Fluida yang diam disebut fluida statis. Jika yang diamati adalah zat cair, maka disebut hidrostatis. Fluida statis adalah fluida yang tidak mengalami perpindahan bagian-bagiannya. Fluida meliputi cairan, yang mengalir di bawah pengaruh gravitasi sampai menempati daerah terendah yang mungkin dari penampungnya, dan gas, yang mengembang mengisi penampungnya tanpa peduli bentuknya.³⁶

1. Tekanan

Tekanan dalam fisika didefinisikan sebagai gaya yang bekerja pada suatu bidang per satuan luas bidang tersebut. Bidang atau permukaan yang dikenai gaya disebut bidang tekan, sedangkan gaya yang diberikan pada bidang tekanan disebut gaya tekan. Satuan internasional (SI) tekanan adalah

³⁶ Paul A. Tipler, *Fisika*, Jakarta: Erlangga, 1998, h. 383.

pascal (Pa). Satuan ini dinamai sesuai dengan nama ilmuwan Prancis, Blaise Pascal. Secara matematis tekanan dapat dinyatakan dalam persamaan (1)³⁷

$$P = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (1)$$

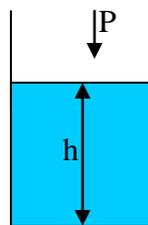
Keterangan:

P : tekanan (Pa)

F : gaya tekan (N)

A : luas bidang tekan (m²)

Tekanan hidrostatik adalah tekanan pada zat cair yang diam sesuai dengan namanya (*hidro*: air dan *statik*: diam) atau lebih lengkapnya tekanan hidrostatik didefinisikan sebagai tekanan yang diberikan oleh cairan pada kesetimbangan karena pengaruh gaya gravitasi. Tiap titik di dalam fluida tidak memiliki tekanan yang sama besar, tetapi berbeda-beda sesuai dengan ketinggian titik tersebut dari suatu titik acuan.



Gambar 2.1
Tekanan hidrostatik

³⁷Sarwono, sunarroso, suyatma. *Fisika 2 untuk SMA dan MA kelas XI*, Jakarta: Pusat Pembinaan Departemen Pendidikan Nasional, 2009, h. 135.

Misal, zat terdiri atas beberapa lapisan. Setiap lapisan memberi tekanan pada lapisan di bawahnya, sehingga lapisan bawah akan mendapatkan tekanan paling besar. Karena lapisan atas hanya mendapat tekanan dari udara (atmosfer), maka tekanan pada permukaan zat cair sama dengan tekanan atmosfer.³⁸

$$P_h = \frac{F}{A} = \frac{W}{A} = \frac{mg}{A} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Karena } m = \rho \times V$$

$$P_h = \frac{\rho Vg}{A} \dots\dots\dots(3)$$

Maka persamaan di atas dapat ditulis sebagai persamaan (4)

$$P_h = \frac{\rho g Ah}{A} = \rho gh \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

P_h : Tekanan Hidrostatik

F : Gaya

A : Luas alas

h : tinggi

Tekanan udara pada ketinggian tertentu tidak dapat diukur menggunakan rumus ini. Hal ini disebabkan karena kerapatan udara tidak sama di semua tempat. Makin tinggi suatu tempat, makin kecil kerapatan udaranya. Tekanan total yang dialami suatu zat cair pada ketinggian tertentu

³⁸ Sarwono, sunarroso, suyatma. *Fisika 2 untuk SMA dan MA*, h. 135.

dapat dicari dengan menjumlahkan tekanan udara luar dengan tekanan hidrostatis.

$$P_{total} = P_0 + P_h \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

P_h : tekanan yang dialami zat cair/tekanan hidrostatis (Pa)

P_0 : tekanan udara luar (Pa)

ρ : massa jenis zat cair (kg/m^3)

g : percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

h : kedalaman/tinggi titik ukur dari permukaan (m)³⁹

2. Hukum Pokok Hidrostatika

Hukum pokok hidrostatika menyatakan *semua titik yang terletak pada bidang datar yang sama didalam zat cair yang sejenis memiliki tekanan (mutlak) yang sama.*⁴⁰ Salah satu contoh alat yang menggunakan prinsip hukum pokok hidrostatika dalam kehidupan sehari-hari adalah instrumen pengukur tekanan darah. Alat yang digunakan dokter untuk mengukur tekanan darah adalah *spigmomanometer* yang tak lain adalah sebuah manometer raksasa. Cara kerjanya adalah ban lengan *spigmomanometer* dibalut mengelilingi lengan atas, kemudian memompa bola karet agar tekanan udara

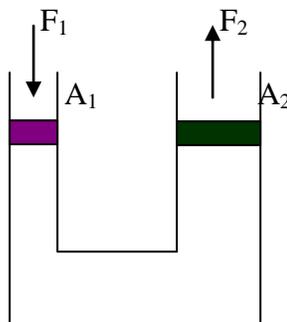
³⁹ Ibid., h. 135-136

⁴⁰Marthen kanginan. *Fisika 2 untuk SMA/MA kelas XI*, Jakarta: Erlangga, 2006, h. 233.

dalam ban lengan melebihi tekanan darah sistolik dan ini memutuskan aliran darah dari arteri lengan atas ke arteri lengan bawah⁴¹

3. Hukum Pascal

Hukum Pascal menyatakan *bahwa tekanan yang diberikan di dalam ruang tertutup diteruskan sama besar ke segala arah*. Berdasarkan hukum ini diperoleh prinsip bahwa dengan gaya yang kecil dapat menghasilkan suatu gaya yang lebih besar. Sistem kerja rem hidrolis di atas merupakan salah satu contoh pengaplikasian hukum Pascal. Selain itu, hukum pascal juga dapat di jumpai pada sistem alat pengangkat air, alat pengepres, dongkrak hidrolis, dan pompa hidrolis.⁴²



Gambar 2.2
Prinsip kerja pompa hidrolis.

Perhatikan Gambar 2.2 Permukaan fluida pada kedua kaki bejana berhubungan sama tinggi. Bila kaki I yang luas penampangnya A_1 mendapat

⁴¹ Ibid, h.234

⁴² Ibid., h. 137-138.

gaya F_1 dan kaki II yang luas penampangnya A_2 mendapat gaya F_2 maka menurut Hukum Pascal harus berlaku:

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \rightarrow F_1 : F_2 = A_1 : A_2 \dots\dots\dots(9)$$

4. Hukum Archimedes

Bunyi Hukum Archimedes adalah “*Sebuah benda yang tercelup sebagian atau seluruhnya di dalam fluida mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat fluida yang dipindahkan*”. Hukum Archimedes mempelajari tentang gaya ke atas yang dialami oleh benda apabila berada dalam fluida. Benda-benda yang dimasukkan pada fluida seakan-akan mempunyai berat yang lebih kecil daripada saat berada di luar fluida.

Contoh hukum Archimedes yaitu batu terasa lebih ringan ketika berada di dalam air dibandingkan ketika berada di udara. Berat di dalam air sesungguhnya tetap, tetapi air melakukan gaya yang arahnya ke atas. Hal ini menyebabkan berat batu akan berkurang, sehingga batu terasa lebih ringan. Berdasarkan peristiwa di atas dapat disimpulkan bahwa berat benda di dalam

$$w_{\text{air}} = w_{\text{ud}} - F_A^{43} \dots\dots\dots(10)$$

dengan:

w_{air} = berat benda di dalam air (N)

w_{ud} = berat benda di udara (N)

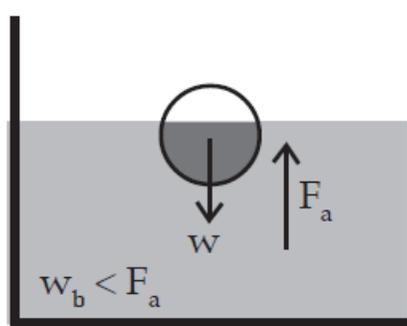
⁴³*Ibid.*, h. 140.

F_A = gaya tekan ke atas (N)

Beberapa penerapan hukum Archimedes dalam kehidupan sehari-hari, antara lain, pada hidrometer, kapal selam, dan kapal laut.⁴⁴ Selain dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, adanya hukum Archimedes menyebabkan benda yang dimasukkan ke dalam akan mengalami tiga kemungkinan, yaitu terapung, melayang, dan tenggelam.

a. Terapung

Benda dikatakan terapung dalam zat cair jika tidak seluruh bagian benda tercelup dalam zat cair. Hal ini terjadi karena massa jenis benda lebih kecil daripada massa jenis zat cair ($\rho_b < \rho_c$), sehingga berat benda juga lebih kecil daripada gaya Archimedes ($W_b < F_a$). Contoh peristiwa terapung, antara lain, plastik atau kayu yang dimasukkan ke dalam air.⁴⁵



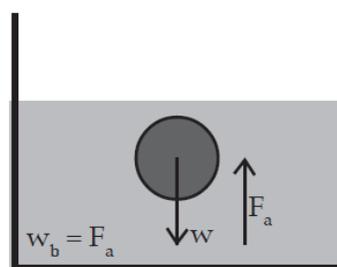
Gambar 2.3
Benda terapung

⁴⁴*Ibid.*, h. 141.

⁴⁵*Ibid.*, h. 143

b. Melayang

Benda dikatakan melayang dalam zat cair apabila keseluruhan permukaan benda tercelup dalam zat cair dan benda diam (tidak jatuh ke bawah tetapi juga tidak muncul ke permukaan). Kondisi ini dapat terjadi karena massa jenis benda sama dengan massa jenis zat cair ($\rho_b = \rho_c$), sehingga berat benda menjadi sama dengan gaya Archimedes ($w_b = F_a$). Dengan kata lain, berat benda di dalam zat cair sama dengan nol.⁴⁶



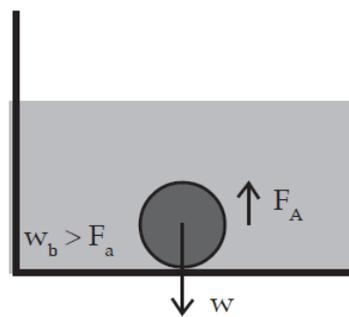
Gambar 2.4
Benda melayang

c. Tenggelam

Benda dikatakan tenggelam dalam zat cair apabila benda jatuh ke bawah/dasar wadah saat dimasukkan ke dalam zat cair tersebut. Hal ini terjadi karena massa jenis benda lebih besar daripada massa jenis zat cair ($\rho_b < \rho_c$), sehingga berat benda juga lebih besar daripada gaya Archimedes ($w_b > F_a$). Perhatikan gambar 2.5 contoh peristiwa tenggelam, batu yang dimasukkan ke dalam air.⁴⁷

⁴⁶ Ibid.,

⁴⁷ Ibid.,



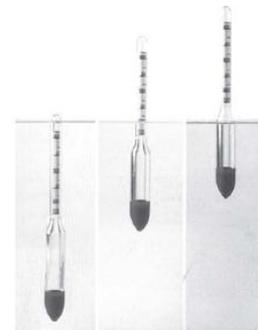
Gambar 2.5
Benda tenggelam

Penerapan hukum Archimedes dalam kehidupan sehari-hari terdapat pada beberapa alat berikut ini:

1) Hidrometer

Hydrometer adalah alat yang dipakai untuk mengukur massa jenis cairan. Nilai massa jenis cairan dapat diketahui dengan membaca

skala pada hydrometer yang ditempatkan mengapung pada zat cair.⁴⁸ Semakin rapat



Gambar 2.6
Hidrometer

suatu cairan, maka semakin besar gaya dorong kearah atas dan semakin tinggi hydrometer. Hydrometer terbuat dari tabung kaca yang dilengkapi dengan skala dan pada bagian bawah dibebani butiran timbal agar tabung kaca terapung tegak di dalam zat cair. Jika massa jenis zat cair besar, maka volume bagian hydrometer yang tercelup lebih kecil, sehingga bagian yang muncul di atas permukaan zat cair menjadi lebih panjang.

⁴⁸ Marthen Kanginan, *Fisika Untuk SMA Kelas XI*, h. 246

Sebaliknya, jika massa jenis zat cair kecil, hydrometer akan terbenam lebih dalam, sehingga bagian yang muncul di atas permukaan zat cair lebih pendek.⁴⁹

2) Kapal laut

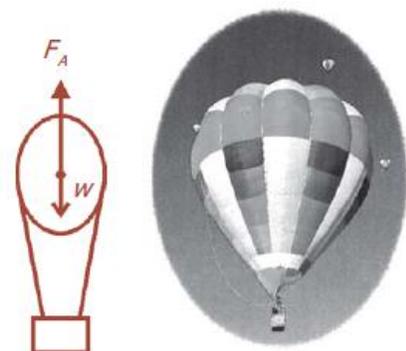
Badan kapal yang terbuat dari besi dibuat berongga. Ini menyebabkan volum air laut yang dipindahkan oleh badan kapal menjadi sangat besar. Gaya apung sebanding dengan volum air yang dipindahkan, sehingga gaya apung menjadi sangat besar. Gaya apung ini mampu mengatasi berat total kapal sehingga kapal laut mengapung di permukaan air laut.⁵⁰

3) Kapal selam

Sebuah kapal selam memiliki tangki pemberat yang terletak di antara lambung sebelah dalam dan lambung sebelah luar. Tangki ini dapat diisi udara atau air. Tentu saja udara lebih ringan daripada air. Mengatur isi tangki pemberat berarti mengatur berat total kapal. Sesuai dengan konsep gaya mengapung, maka berat total kapal selam akan menentukan apakah kapal akan mengapung atau menyelam.⁵¹

4) Balon udara

Udara (gas) termasuk fluida, sehingga dapat melakukan gaya ke atas terhadap



Gambar 2.7
Balon Udara

⁴⁹ Bambang Haryadi, *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*, Jaka Pendidikan Nasional, 2009, h. 151

⁵⁰ Marthen Kanginan, *Fisika Untuk SMA Kelas XI*, h. 248

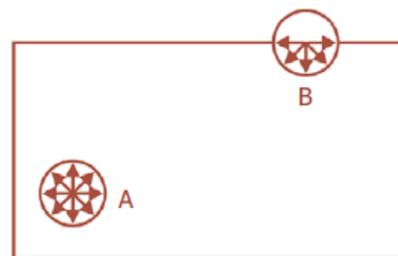
⁵¹ Ibid.,

benda. Gaya ke atas yang dilakukan benda sama dengan berat udara yang dipindahkan oleh benda. Agar balon dapat bergerak naik, maka balon diisi gas yang massa jenisnya lebih kecil dari massa jenis udara.⁵²

5. Tegangan Permukaan Zat Cair

Tegangan permukaan zat cair adalah kecenderungan permukaan zat cair untuk menegang sehingga permukaannya seperti ditutupi oleh suatu lapisan elastis.⁵³

Tegangan permukaan zat cair dapat dijelaskan dengan memperhatikan gaya yang dialami oleh partikel zat cair. Jika dua partikel zat cair berdekatan akan terjadi gaya tarik menarik. Gaya tarik menarik partikel yang sejenis disebut kohesi.⁵⁴



Gambar 2.8
Gaya tarik menarik antara partikel di dalam zat cair (A)
dan di permukaan zat cair (B)⁵⁵

⁵² Bambang Haryadi, h. 151

⁵³ Marthen Kanginan, *Fisika Untuk SMA Kelas XI*, h. 252

⁵⁴ Bambang Haryadi, h. 153-154

⁵⁵ *Ibid.*, h.154

Tegangan permukaan dapat diartikan sebagai besar gaya yang dialami pada permukaan zat cair per satuan panjang. Dalam bentuk persamaan dapat dituliskan sebagai berikut.⁵⁶

$$\gamma = \frac{F}{\ell} \dots\dots\dots(11)$$

Dengan:

γ = tegangan permukaan

F = gaya

ℓ = panjang

Tegangan permukaan bukanlah besaran gaya, tetapi merupakan gaya dibagi dengan panjang, sehingga satuan tegangan permukaan adalah N/m (atau Nm^{-1}).⁵⁷

Tabel 2.1
Nilai hasil pengukuran permukaan tegangan⁵⁸

Zat cair yang kontak dengan udara	Suhu (°C)	Tegangan permukaan ($\times 10^{-3}$ N/m)
Air	0	75,6
Air	25	72,0
Air	80	62,6
Etil alcohol	20	22,8
Aseton	20	23,7
Gliserin	20	63,4
Raksa	20	435

⁵⁶ Sunardi dan Etsa Indra Irawan, *Fisika Bilingual SMA/MA Untuk SMA/MA Kelas XI*, Bandung: Yrama Widya, 2006, h. 381-382

⁵⁷ Marthen Kanginan, *Fisika Untuk SMA Kelas XI*, h. 254

⁵⁸ Ibid.,

6. Kapilaritas

Peristiwa naik atau turunnya zat cair dalam pipa kapiler dinamakan kapilaritas. Peristiwa naiknya air di dalam pipa kapiler terjadi karena adhesi antara partikel air dan partikel kaca lebih besar daripada kohesi antara partikel-partikel air.⁵⁹

Besarnya kenaikan atau penurunan zat cair pada pembuluh/pipa kapiler dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut⁶⁰

$$h = \frac{2 \gamma \cos \theta}{\rho g r} \dots\dots\dots(12)$$

Dengan:

h = kenaikan atau penurunan permukaan zat cair (m)

γ = tegangan permukaan (N/m)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m³)

θ = sudut kontak

g = percepatan gravitasi (m/s²)

r = jari-jari pipa kapiler (m)

Berikut ini beberapa contoh yang menunjukkan gejala kapilaritas dalam kehidupan sehari-hari.⁶¹

a. Naiknya minyak tanah melalui sumbu kompor sehingga kompor bisa dinyalakan.

⁵⁹ Sunardi dan Etsa Indra Irawan, *Fisika Bilingual SMA/MA Untuk SMA/MA Kelas XI*, h. 389

⁶⁰ Ibid., h. 390

⁶¹ Bambang Haryadi, h. 156

- b. Kain dan kertas isap dapat menghisap cairan.
- c. Air dari akar dapat naik pada batang pohon melalui pembuluh kayu.

Selain keuntungan, kapilaritas dapat menimbulkan beberapa masalah berikut ini.⁶²

- a. Air hujan merembes dari dinding luar, sehingga dinding dalam juga basah.
- b. Air dari dinding bawah rumah merembes naik melalui batu bata menuju ke atas sehingga dinding rumah lembap.

7. Viskositas dan Hukum Stokes

Dalam fluida, baik zat cair maupun gas memiliki sifat kekentalan karena partikel-partikel di dalamnya bertumbukan. Sifat kekentalan fluida berkaitan dengan gesekan internal dalam fluida terhadap benda yang bergerak dalam fluida atau ketika fluida bergerak.

Ukuran kekentalan suatu fluida dinyatakan dengan koefisien viskositas atau secara singkat disebut viskositas. Salah satu alat yang dipergunakan untuk mengukur kekentalan zat cair adalah viskosimeter.⁶³

Besarnya gaya gesekan fluida dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.⁶⁴

$$F_f = k \eta v \dots\dots\dots(13)$$

Dengan:

F_f = gaya gesekan fluida

⁶² Ibid.,

⁶³ Sunardi dan Etsa Indra Irawan, *Fisika Bilingual SMA/MA Untuk SMA/MA Kelas XI*, h. 391

⁶⁴ Ibid., h. 394

k = koefisien

η = koefisien viskositas (Pa.s)

v = kecepatan gerak benda (m/s)

Koefisien k bergantung pada bentuk geometris benda. Untuk benda yang memiliki geometris berupa bola dengan jari-jari r , maka dari perhitungan laboratorium ditunjukkan bahwa

$$k = 6\pi r \dots\dots\dots(14)$$

Dengan memasukkan nilai k ini ke dalam persamaan gaya gesekan fluida, diperoleh

$$F_f = 6\pi\eta r v \dots\dots\dots(15)$$

Persamaan ini pertama kali dinyatakan oleh *Sir George Stokes* pada tahun 1845, sehingga persamaan ini dikenal sebagai **hukum Stokes**.⁶⁵

⁶⁵ Marthen Kanginan, *Fisika untuk SMA Kelas XI*, h. 258