

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Pengertian Belajar**

Belajar ialah suatu proses usaha yang dilakukan seseorang untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku yang baru secara keseluruhan, sebagai hasil pengalamannya sendiri dalam interaksi dengan lingkungannya. Ciri-ciri perubahan tingkah laku dalam pengertian belajar adalah :

1. Perubahan terjadi secara sadar
2. Perubahan dalam belajar bersifat kontinu dan fungsional
3. Perubahan dalam belajar bersifat positif dan aktif
4. Perubahan dalam belajar bukan bersifat sementara
5. Perubahan dalam belajar bertujuan atau terarah
6. Perubahann mencakup seluruh aspek tingkah laku, seperti sikap, keterampilan, pengetahuan, dan sebagainya.<sup>17</sup>

Belajar menurut Morgan adalah setiap perubahan yang relatif menetap dalam tingkah laku yang terjadi sebagai sutau hasil dari latihan atau pengalaman.<sup>18</sup> Gagne menyatakan pengertian belajar adalah perubahan disporsisi atau kemampuan yang dicapai seseorang melalui aktivitas.<sup>19</sup>

---

<sup>17</sup>Slameto, *Belajar Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya*, Jakarta: Rineka Cipta, 2003, h. 2-4.

<sup>18</sup>Syaiful Sagala, *Konsep Dan Makna Pembelajaran*, Bandung: Alfa Beta, 2003, h. 12-13.

<sup>19</sup>Agus Suprijono, *Cooperative Learning Teori dan Aplikasi Paikem*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2009, h. 2.

Dalam al-Qur'an juga dijelaskan hal yang berhubungan dengan belajar dalam surah Thoha ayat 114 Allah SWT berfirman:



Artinya: “Maka Maha Tinggi Allah raja yang sebenarnya, dan janganlah kamu tergesa-gesa membaca al-Qur'an sebelum disempurnakan mewahyukannya kepadamu, dan katakanlah: “Ya Tuhanku, tambahkanlah kepadaku ilmu pengetahuan”.

Ayat di atas menjelaskan bahwa dalam proses menyerap atau menerima ilmu sebaiknya yang diutamakan adalah pemahaman terhadap ilmu yang diterima, sehingga jangan sampai berpindah-pindah sebelum benar-benar paham. Karena dalam proses belajar memerlukan usaha yang keras untuk memahami suatu ilmu melalui pendengaran, penglihatan, pengamatan, penulisan, perenungan, dan bacaan.<sup>20</sup>

## B. Hasil Belajar

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

<sup>20</sup>[http://www.google.com/makalah\\_tarbawi\\_2Ffile/edu/1208223](http://www.google.com/makalah_tarbawi_2Ffile/edu/1208223). (Online: 02 November 2014)

siswa, perubahan yang terjadi akibat proses belajar yang berupa pengetahuan, pemahaman, keterampilan, dan sikap.<sup>21</sup>

### **C. Berpikir Kritis (*Critical Thinking*)**

Berpikir kritis merupakan kemampuan kognitif untuk mengatakan sesuatu dengan penuh keyakinan karena bersandar pada alasan logis dan bukti empiris yang kuat. Berpikir kritis adalah proses berpikir sistematis dalam mencari kebenaran dan membangun keyakinan terhadap sesuatu yang dikaji dan ditelaah secara faktual dan realistis.<sup>22</sup>

Berpikir kritis itu adalah proses berpikir aktif untuk mengkaji hakekat dari suatu objek, memahami secara komprehensif tentang berbagai pendekatan yang digunakan sehingga muncul suatu keyakinan yang kuat, membuat alasan yang rasional tentang objek yang dikaji, membuat asumsi-asumsi yang dikonstruksi berdasarkan pertimbangan dari berbagai alasan rasional, mengungkap kandungan makna dengan merumuskan ke dalam bahasa yang sesuai dan bijaksana, mengungkap bukti-bukti empiris dari setiap makna kata-kata yang telah dirumuskan, membuat keputusan berdasarkan kajian mendalam dari bukti-bukti empiris yang ada, dan mengevaluasi implikasi dari hasil keputusan yang dibuat.<sup>23</sup>

Johnson mendefinisikan “berpikir kritis merupakan suatu proses yang terarah dan jelas yang digunakan dalam kegiatan mental seperti memecahkan masalah, mengambil keputusan, membujuk, menganalisis asumsi, dan melakukan

---

<sup>21</sup>Winkel, W. S, *Psikologi Pengajaran..* Jakarta: PT. Gramedia, 1996, h. 50

<sup>22</sup>Muhammad Yaumi, *Pembelajaran Berbasis Multiple Intelligences*, Jakarta : PT Dian Rakyat, 2012, h. 67.

<sup>23</sup>*Ibid.*, h. 70.

penelitian ilmiah. Berpikir kritis adalah kemampuan untuk berpendapat dengan cara yang terorganisasi. Berpikir kritis merupakan kemampuan untuk mengevaluasi secara sistematis bobot pendapat pribadi orang lain.<sup>24</sup>

Ennis mengungkap bahwa, ada 12 indikator berpikir kritis yang dikelompokkan dalam lima besar aktivitas sebagai berikut: 1) Memberikan penjelasan sederhana yang berisi: memfokuskan pertanyaan, menganalisis pertanyaan dan bertanya, serta menjawab pertanyaan tentang suatu penjelasan atau pernyataan; 2) Membangun keterampilan dasar, yang terdiri atas mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak dan mengamati serta mempertimbangan suatu laporan hasil observasi; 3) Menyimpulkan yang terdiri dari kegiatan mendeduksi atau mempertimbangkan hasil deduksi, menginduksi atau mempertimbangkan hasil induksi, untuk sampai pada kesimpulan; 4) Memberikan penjelasan lanjut yang terdiri dari mengidentifikasi istilah-istilah dan definisi pertimbangan dan juga dimensi, serta mengidentifikasi asumsi; 5) Mengatur strategi dan taktik, yang terdiri dari menentukan tindakan dan berinteraksi dengan orang lain.<sup>25</sup>

Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini kemampuan berpikir kritis dibatasi pada indikator-indikator: 1) Merumuskan masalah, 2) Memberikan

---

<sup>24</sup>Dwi Putra Lelana, "Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem Based Learning*)" Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Ekonomi", *Skripsi*, Malang: Universitas Negeri Malang, 2010, h. 24, t.d.

<sup>25</sup>Renol Afrizon, dkk., "Peningkatan Perilaku Berkarakter dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas IX MTsN Model Padang pada Mata Pelajaran IPA-Fisika Menggunakan Model *Problem Based Instruction*", *Penelitian*, 2012, h. 11.

argumen, 3) Melakukan deduksi, 4) Melakukan induksi, 5) Melakukan evaluasi, 6) Mengambil keputusan dan tindakan.

#### **D. Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem Based Learning*)**

Pembelajaran adalah proses yang sengaja dirancang untuk menciptakan terjadinya aktivitas belajar dalam diri individu. Dengan kata lain, pembelajaran merupakan sesuatu hal yang bersifat eksternal dan sengaja dirancang untuk mendukung terjadinya proses belajar internal dalam diri individu.<sup>26</sup>

Pembelajaran berbasis masalah adalah suatu model pembelajaran yang dirancang dan dikembangkan untuk mengembangkan kemampuan peserta didik memecahkan masalah. Pemecahan masalah dilakukan dengan pola kolaborasi dan menggunakan kemampuan berpikir tingkat tinggi yakni kemampuan analisis-sintesis, dan evaluasi atau menggunakan menemukan dalam rangka memecahkan suatu masalah. Dalam pembelajaran ini, guru berperan mengajukan permasalahan nyata, memberikan dorongan, memotivasi dan menyediakan bahan ajar, dan fasilitas yang diperlukan peserta didik untuk memecahkan masalah. Selain itu guru memberikan dukungan dalam upaya meningkatkan temuan dan perkembangan intelektual peserta didik.<sup>27</sup>

Ibrahim dan Nur dan Ismail mengemukakan bahwa langkah-langkah pembelajaran berbasis masalah adalah sebagai berikut:

---

<sup>26</sup>Benny A. Pribadi, *Model Desain Sistem Pembelajaran*, Jakarta: PT Dian Rakyat, 2010, h. 30.

<sup>27</sup>Yatim Rianto, *Paradigma Baru Pembelajaran sebagai Referensi bagi Pendidik dalam Implementasi Pembelajaran yang Efektif dan Berkualitas*, Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2010, h. 85-86.

**Tabel 2.1 Langkah-langkah Pembelajaran Berbasis Masalah**

<b>Fase</b>	<b>Indikator</b>	<b>Tingkah Laku Guru</b>
1	Tahap-1 Orientasi siswa pada masalah	Menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan logistik yang diperlukan, dan memotivasi siswa terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah
2	Tahap-2 Mengorganisasikan siswa untuk belajar	Membantu siswa mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut
3	Tahap-3 Membimbing penyelidikan individual mau pun kelompok	Mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah
4	Tahap-4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Membantu siswa dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan dan membantu mereka untuk berbagi tugas dengan temannya
5	Tahap-5 Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Membantu siswa untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap penyelidikan mereka dan proses-proses yang mereka gunakan. <sup>28</sup>

Adapun keuntungan model pembelajaran berbasis masalah adalah sebagai berikut:

- 1) Pembelajaran berpusat pada peserta didik, bukan pada guru,
- 2) Mengembangkan kontrol diri, mengajarkan siswa untuk mampu membuat rencana prospektif, serta keberanian peserta didik untuk menghadapi realita dan mengekspresikan emosi peserta didik,
- 3) Memungkinkan peserta didik untuk mampu melihat kejadian secara multidimensi dan dengan perspektif yang lebih dalam,

---

<sup>28</sup>Rusman, *Model-Model Pembelajaran Mengembangkan Profesionalisme Guru*, Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2010, h. 243.

- 4) Mengembangkan keterampilan peserta untuk memecahkan masalah (*problem solving*),
- 5) Mendorong peserta didik untuk mempelajari material baru dan konsep ketika ia menyelesaikan sebuah masalah,
- 6) Mengembangkan keterampilan sosial dan komunikasi peserta didik yang dengannya memungkinkan mereka untuk belajar dan bekerja secara tim,
- 7) Mengembangkan keterampilan berpikir peserta didik ke tingkat yang tinggi, atau kemampuan berpikir kritis dan berpikir alamiah,
- 8) Menggabungkan teori dan praktek, serta kemampuan menggabungkan pengetahuan lama dan baru, serta mengembangkan keterampilan dalam pengambilan keputusan (*decision making*) dalam disiplin lingkungan yang lebih spesifik,
- 9) Memeotivasi para guru dan peserta didik untuk berperan lebih aktif dan semangat bekerja sama,
- 10) Peserta didik memperoleh keterampilan dalam manajemen waktu, kemampuan untuk fokus dalam pengumpulan data, serta persiapan dalam pembuatan laporan dan evaluasi,
- 11) Membuka cara untuk belajar sepanjang hayat.<sup>29</sup>

Selain kelebihan, ada pula keterbatasan yang mengikat proses pembelajaran berbasis masalah. Kelemahan atau keterbatasan yang dimaksud sebagai berikut.

---

<sup>29</sup>Uus Toharudin, dkk., *Membangun Literasi Sains Peserta Didik*, Bandung: Humaniora, 2011, h. 106.

- 1) Guru merasa kesulitan untuk mengubah gaya pengajaran yang biasa dilakukannya.
- 2) Membutuhkan banyak waktu untuk peserta didik dalam rangka menyelesaikan situasi problematika ketika situasi ini pertama kali disajikan di kelas.
- 3) Kelompok atau individual boleh jadi akan menyelesaikan pekerjaannya lebih dulu yang berakibat terjadinya keterlambatan.
- 4) Pembelajaran ini membutuhkan banyak material dan penelitian yang lebih mendalam.
- 5) Implementasi model ini di semua kelas akan banyak menemui kendala dan kesulitan. Bahkan, penggunaan model ini bisa saja tidak berhasil dengan baik (gagal total) jika peserta didik tidak mengerti dengan baik dan benar nilai atau *scope* (cakupan) masalahnya disajikan dengan konten sosial yang terjadi.
- 6) Sulit melakukan penilaian secara objektif.<sup>30</sup>

#### **E. Model Pembelajaran Langsung (*Directive Learning*)**

Model pembelajaran langsung adalah model pembelajaran yang menekankan pembelajaran yang didominasi guru. Jadi guru berperan penting dan dominan dalam proses pembelajaran.<sup>31</sup>

---

<sup>30</sup>*Ibid.*, h. 107.

<sup>31</sup>Yatim Rianto, *Paradigma Baru Pembelajaran: Sebagai Referensi bagi Pendidik dalam Implementasi Pembelajaran yang Efektif dan Berkualitas*, h. 280.



**Tabel 2.2 Tahap-tahap Model Pembelajaran Langsung**

<b>Fase-fase</b>	<b>Perilaku guru</b>
Fase 1 Menyampaikan kompetensi dan tujuan pembelajaran serta mempersiapkan siswa	Guru menjelaskan kompetensi dan tujuan pembelajaran, informasi latar belakang pelajaran, mempersiapkan siswa untuk belajar
Fase 2 Mendemonstrasikan pengetahuan atau keterampilan	Guru mendemonstrasikan pengetahuan/ keterampilan yang benar atau menyajikan informasi tahap demi tahap
Fase 3 Membimbing pelatihan	Guru merencanakan dan memberikan bimbingan pelatihan awal
Fase 4 Mengecek pemahaman dan memberi umpan balik	Mengecek apakah siswa telah berhasil melakukan tugas dengan baik, memberikan umpan balik
Fase 5 Memberikan kesempatan pelatihan lanjutan dan penerapan	Guru mempersiapkan kesempatan melakukan pelatihan lanjutan, dengan perhatian khusus pada penerapan kepada situasi lebih kompleks dalam kehidupan sehari-hari <sup>32</sup>

Di dalam model pembelajaran langsung terdapat beberapa kelebihan dan kekurangannya yaitu:

1. Kelebihan Pembelajaran Langsung, yaitu:
  - a. Dengan model pembelajaran langsung, guru mengendalikan isi materi dan urutan informasi yang diterima oleh siswa sehingga dapat mempertahankan fokus mengenai apa yang harus dicapai oleh siswa.
  - b. Merupakan cara yang paling efektif untuk mengajarkan konsep dan keterampilan-keterampilan yang eksplisit kepada siswa yang berprestasi rendah sekalipun.

---

<sup>32</sup>*Ibid.*, h. 281-282.

- c. Model ini dapat digunakan untuk membangun model pembelajaran dalam bidang studi tertentu. Guru dapat menunjukkan bagaimana suatu permasalahan dapat didekati, bagaimana informasi dianalisis, bagaimana suatu pengetahuan dihasilkan.
  - d. Model pembelajaran langsung menekankan kegiatan mendengarkan (melalui ceramah) dan kegiatan mengamati (melalui demonstrasi), sehingga membantu siswa yang cocok belajar dengan cara-cara ini.
  - e. Siswa dapat mengetahui tujuan-tujuan pembelajaran dengan jelas.
  - f. Dalam model ini terdapat penekanan pada pencapaian akademik.
  - g. Model pembelajaran langsung dapat digunakan untuk menekankan poin-poin penting atau kesulitan-kesulitan yang mungkin dihadapi siswa.
  - h. Model pembelajaran langsung dapat menjadi cara yang efektif untuk mengajarkan informasi dan pengetahuan faktual dan terstruktur.<sup>33</sup>
2. Kekurangan Pembelajaran Langsung, yaitu:
- a. Karena guru memainkan peranan pusat dalam model ini, maka kesulitan pembelajaran ini bergantung pada image guru. Jika guru tidak tampak siap, berpengetahuan, percaya diri, antusias dan terstruktur, siswa dapat menjadi bosan, teralihkannya, dan pembelajaran akan terhambat.

---

<sup>33</sup>Sri Kastatik Apriwayanti, "Penerapan Model Pembelajaran Langsung untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas IV SD Negeri 26 Pekanbaru", *Penelitian*, 2012, h. 3.

- b. Model pembelajaran langsung sangat bergantung pada gaya komunikasi guru. Komunikator yang kurang baik cenderung menjadikan pembelajaran yang kurang baik pula.
- c. Jika materi yang disampaikan bersifat kompleks, rinci atau abstrak, model pembelajaran langsung mungkin tidak dapat memberikan siswa kesempatan yang cukup untuk memproses dan memahami informasi yang disampaikan.
- d. Jika terlalu sering digunakan model pembelajaran langsung akan membuat siswa percaya bahwa guru akan memberitahu siswa semua yang perlu diketahui. Hal ini akan menghilangkan rasa tanggung jawab mengenai pelajaran siswa itu sendiri.
- e. Demonstrasi sangat bergantung pada keterampilan pengamatan siswa. tetapi banyak siswa bukanlah merupakan pengamat yang baik sehingga dapat melewatkan hal-hal yang dimaksudkan oleh guru.<sup>34</sup>

## **F. Tekanan**

### **1. Tekanan pada Zat Padat**

Tekanan (atau *pressure* dalam bahasa Inggris) adalah besarnya persebaran suatu gaya yang bekerja terhadap suatu permukaan benda. Jadi, besarnya tekanan menyatakan besarnya gaya per satuan luas.<sup>35</sup> Jika luas bidang tekannya besar, maka tekanan yang dihasilkan kecil, sebaliknya jika

---

<sup>34</sup>Sri Kastatik Apriwayanti, "Penerapan Model Pembelajaran Langsung untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas IV SD Negeri 26 Pekanbaru", *Penelitian*, 2012, h. 3.

<sup>35</sup>Bob Foster, *Eksplorasi Sains FISIKA SMP Jilid 1 untuk Kelas VII Kurikulum 2004*, Jakarta : Erlangga 2004, h. 116.

luas bidang tekan kecil, maka tekanan yang dihasilkan besar. Berkaitan dengan gaya tekannya jika gaya tekan yang bekerja besar, maka tekanan yang dihasilkan besar. Sebaliknya jika gaya tekan yang bekerja kecil, maka tekanan yang dihasilkan juga kecil. Besarnya tekanan tergantung dari gaya yang diberikan dan luas bidang tekan, dapat dijelaskan bahwa tekanan: 1) Berbanding terbalik dengan luas bidang tekan; 2) Sebanding (berbanding lurus) dengan gaya tekan ( $F$ ) yang bekerja.<sup>36</sup>

Tekanan yang terjadi akibat adanya gaya terhadap bidang sentuh dapat dituliskan persamaannya sebagai berikut:

$$p = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

$p$  = Tekanan ( $\text{N/m}^2$  atau Pascal)

$F$  = Gaya tekan (N)

$A$  = Luas Bidang sentuh ( $\text{m}^2$ )<sup>37</sup>

## 2. Tekanan pada Zat Cair

### 2.1 Tekanan Hidrostatik

Tekanan zat cair adalah tekanan dalam zat cair yang disebabkan oleh berat zat cair itu sendiri. Tekanan zat cair juga disebut sebagai tekanan fluida.<sup>38</sup> Dalam al-Qur'an dijelaskan hal yang berhubungan dengan tekanan dalam zat cair dalam surah al-Baqarah ayat 164 Allah SWT berfirman:

---

<sup>36</sup>Dian Permatasari, *Buku Ajar Grand Star SMP/MTs*, Solo: Putra Kertonatan, 2006, h. 36.

<sup>37</sup>Bob Foster, *Eksplorasi Sains Fisika untuk SMP kelasVII*, h. 116.

<sup>38</sup> Dian Permatasari, *Buku Ajar Grand Star SMP/MTs*, h. 38.

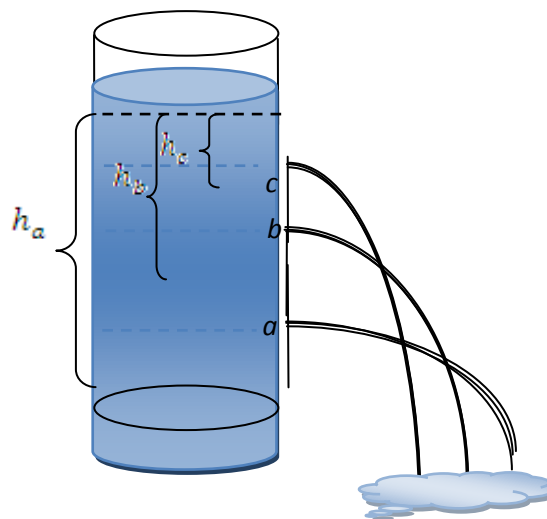


Artinya: “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu dia hidupkan bumi sesudah mati (kering)-nya dan dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan”.

Ayat di atas menjelaskan kepada kita bahwa air sebagai salah satu jenis fluida merupakan syarat yang mutlak dibutuhkan oleh setiap makhluk untuk dapat hidup di Bumi. Untuk menjaga keseimbangan dan kelestarian

air di Bumi, maka Allah SWT menciptakan siklus air yang secara otomatis terus berjalan sesuai kehendak-Nya. Setiap jenis fluida memiliki tekanan tersendiri yang merupakan ketetapan Allah SWT.<sup>39</sup>

Tekanan fluida atau tekanan hidrostatik memiliki sifat yang dapat ditunjukkan dengan menggunakan sebuah tabung yang mempunyai beberapa lubang. Pada gambar 2.1 menjelaskan dimana pada tabung memiliki 3 buah lubang ( $a, b$  dan  $c$ ). Jika tabung diisi air, maka air keluar dari lubang paling bawah (lubang  $a$ ) memancar paling jauh dibandingkan dengan lubang yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan hidrostatik pada kedalaman lubang  $a$  paling besar. Sebaliknya, air yang keluar dari lubang paling atas (lubang  $c$ ) memancar paling dekat karena tekanan hidrostatik di tempat itu paling kecil.



Gambar 2.1 di atas menjelaskan bahwa sebuah tabung yang mempunyai luas alas  $A$  dan volume  $V$ , tekanan hidrostatik berbanding lurus dengan ketinggian zat cair  $h$ , dan juga berbanding lurus dengan

<sup>39</sup>Suyuti, *Keindahan Fisika pada Fluida*, <http://suyuti-soppeng.academia.edu/2012>. (Online: 02 November 2014)

massa jenis zat cair  $\rho$  dan gaya gravitasi bumi  $g$ . Hal yang mempengaruhi besarnya tekanan pada zat cair adalah: 1) Kedalaman zat cair; 2) Massa jenis zat cair; 3) Percepatan gravitasi bumi. Untuk menghitung besarnya tekanan hidrostatis dirumuskan sebagai berikut:

$$P_h = \rho \times g \times h$$

Keterangan:

$P_h$  = Tekanan Hidrostatis ( $\text{N/m}^2$ )

$\rho$  = Massa jenis zat cair ( $\text{kg/m}^3$ )

$g$  = Percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

$h$  = Kedalaman (m)<sup>40</sup>

Hukum utama hidrostatis berbunyi “tekanan hidrostatis di semua titik yang berada dalam satu bidang mendatar di dalam suatu zat cair adalah sama besar”.<sup>41</sup>

## 2.2 Hukum Pascal

Hukum Pascal berbunyi, “Tekanan yang diberikan pada zat cair dalam suatu ruang (wadah) tertutup akan diteruskan oleh zat cair kesegala arah dengan sama besar (sama kuat) pada wadah tersebut”.<sup>42</sup> Gejala alam yang dikemukakan oleh Pascal ini sering digunakan dalam teknologi untuk dongkarak hidrolis di bengkel.

### 2.2.1 Penerapan hukum Pascal dalam kehidupan sehari-hari

---

<sup>40</sup>Dian Permatasari, *Buku Ajar Grand Star SMP/MTs*, h. 38.

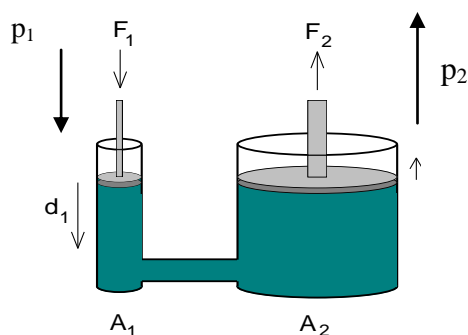
<sup>41</sup>*Ibid.*, h. 39.

<sup>42</sup>Marthen Kanginan, *IPA FISIKA 2 untuk SMP Kelas VIII (KTSP 2006)*, Cimahi: Erlangga, 2002, h. 97.

Hukum Pascal ternyata memiliki banyak manfaat bagi manusia. Hukum Pascal banyak diterapkan di berbagai mesin, kendaraan, pesawat dan alat bantu lain yang menggunakan sistem hidrolik. Contohnya dongkrak hidrolik, rem hidrolik, fork lift, dan bulldozer dan alat berat lainnya. Prinsip dasar dari mesin-mesin tersebut adalah : “*memberikan gaya yang kecil pada permukaan yang kecil untuk mendapatkan gaya yang besar pada permukaan yang besar*”.<sup>43</sup>

### 2.2.2 Penerapan hukum Pascal pada dongkrak hidrolik

Gambar 2.2 dibawah ini menunjukkan, tekanan yang diberikan pada penghisap yang penampangnya kecil  $A_1$  diteruskan oleh minyak melalui pipa menuju ke penghisap yang penampangnya besar  $A_2$ . Pada tabung kecil  $A_1$  diberi gaya tekan ( $F_1$ ) maka tabung besar ( $A_2$ ) ini akan dihasilkan gaya angkat ( $F_2$ ) (gaya yang arahnya ke atas). Dongkrak hidrolik memiliki keuntungan karena dengan gaya tekan yang kecil dapat mengangkat gaya yang besar.<sup>44</sup>



<sup>43</sup>Bob Foster, *Eksplorasi Sains Fisika Jilid I untuk Kelas VII Kurikulum 2004*, h. 125.

<sup>44</sup>*Ibid.*



Tekanan ini diteruskan melalui minyak (zat cair) ke penghisap besar (luas penampang =  $A_2$ ). Sesuai hukum Pascal dirumuskan:

$$p_1 = p_2$$

$$\frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1}$$

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} \times F_1$$

Keterangan:

$F_2$  = Gaya yang dihasilkan pada penghisap besar (N)

$F_1$  = Gaya yang diberikan pada penghisap kecil (N)

$A_2$  = Luas penampang penghisap besar ( $m^2$ )

$A_1$  = Luas penampang penghisap kecil ( $m^2$ )<sup>45</sup>

Persamaan inilah yang merupakan *pernyataan kuantitatif* dari prinsip Pascal, yaitu dengan memberikan gaya kecil pada penghisap kecil dapat dihasilkan gaya yang lebih besar pada penghisap besar. Jadi dongkrak hidrolik berfungsi sebagai pengali gaya.<sup>46</sup>

## 2.3 Konsep Bejana Berhubungan

### 2.3.1 Permukaan zat cair sejenis dalam bejana berhubungan

Bejana berhubungan adalah wadah (bejana) yang terbuka bagian atasnya dan bagian bawahnya saling berhubungan. Bunyi hukum bejana berhubungan : “ bila bejana berhubungan diisi zat cair yang sejenis maka permukaan zat cair itu akan terletak pada satu bidang datar”.<sup>47</sup> Zat cair

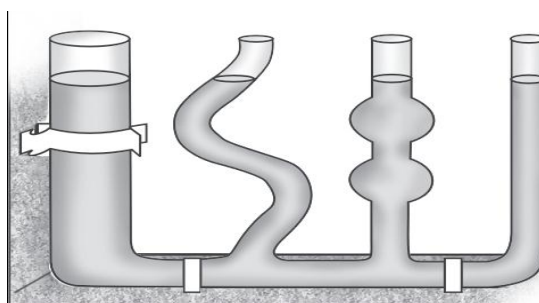
---

<sup>45</sup>Marten Kanginan, *IPA FISIKA untuk SMP Kelas VIII (KTSP 2006)*, h. 101.

<sup>46</sup>*Ibid.*

<sup>47</sup>Dian Permatasari, *Buku Ajar Grand Star SMP/MTs*, h. 41.

yang sejenis (misalnya air) jika dimasukkan dalam bejana berhubungan yang memiliki empat tabung kaca yang berbeda bentuknya, tampak bahwa permukaan air dalam keempat tabung tetap mendatar dan sama tinggi. Perhatikan gambar 2.3 permukaan air pada bejana berhubungan.<sup>48</sup>



Gambar 2.3 menunjukkan sebuah bejana berhubungan dengan berbagai tabung kaca dengan bentuknya berbeda. Ketika bejana ini diisi dengan zat cair yang sejenis (misalnya air) tampak bahwa permukaan air dalam keempat tabung tetap mendatar dan sama tinggi. Konsep bejana berhubungan selalu berlaku : *permukaan zat cair yang sejenis dalam suatu bejana berhubungan selalu mendatar dan sama tinggi.*<sup>49</sup>

### 2.3.2 Permukaan zat cair tak sejenis dalam bejana berhubungan

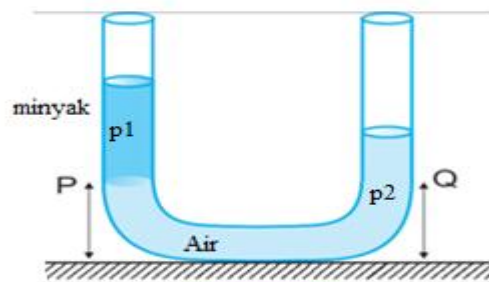
Sebuah pipa U di isi dengan air, kemudian setelah permukaan air tenang, masukkan sejumlah minyak dari kiri sejenak. Pada gambar 2.7 menunjukkan permukaan minyak dalam pipa kiri tidak mendatar sama tinggi dengan permukaan air dalam pipa kanan.<sup>50</sup> Dari garis batas air

<sup>48</sup>Wasis Sugeng Yuli Irianto, *Ilmu Pengetahuan Alam Jilid 2 untuk SMP dan MTs Kelas VIII (bse)*, Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, 2008, h. 191.

<sup>49</sup>Marthen Kanginan, *IPA FISIKA untuk SMP Kelas VIII (KTSP 2006)*, h. 95.

<sup>50</sup>*Ibid.*

minyak, terlihat bahwa permukaan minyak dalam pipa kiri lebih tinggi dari pada permukaan air dalam pipa kanan, hal ini bisa terjadi disebabkan oleh perbedaan massa jenis zat cair dalam kedua pipa, tetapi karena massa jenis minyak *lebih kecil* dari pada massa jenis air, maka ketika zat cair tenang, diperlukan kolom minyak yang lebih tinggi dari pada kolom air.<sup>51</sup>



Gambar 2.4 Pipa U yang diisi dengan air dan minyak

Gambar 2.7 menunjukkan tinggi permukaan air dan minyak tidak sama. Titik P adalah titik khayal yang terletak di perbatasan antara minyak dan air. Titik Q adalah titik khayal pada air di ujung bejana lain. Tinggi titik P dan Q sama jika diukur dari dasar bejana.

Di titik P dan Q, tekanannya adalah sama. Dengan demikian, dapat dituliskan sebagai berikut.

$$p_1 = p_2$$

$$\rho_1 \times h_1 = \rho_2 \times h_2$$

Keterangan:

- $\rho_1$  = massa jenis zat cair 1
- $\rho_2$  = massa jenis zat cair 2
- $h_1$  = tinggi permukaan zat cair 1

---

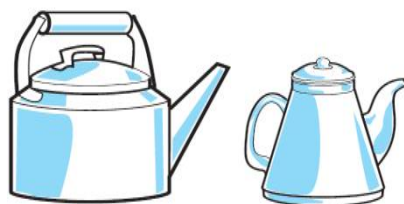
<sup>51</sup>Marten Kanginan, *IPA FISIKA untuk SMP Kelas VIII (KTSP 2006)*, h. 96.

$h_2$  = tinggi permukaan zat cair 2.<sup>52</sup>

### 2.3.3 Penerapan konsep bejana berhubungan dalam keseharian

Alat-alat di rumah tangga yang sering dijumpai, banyak memanfaatkan konsep bejana berhubungan. Teko air dan menara penampung air adalah contoh alat-alat rumah tangga yang menerapkan konsep bejana berhubungan.

#### a) Teko air/Cerek



Gambar 2.5 Teko air/Cerek

Teko air adalah alat untuk memudahkan ketika menumpahkan air minum pada gelas. Cerek berisi air saat dimiringkan, permukaan air di dalam cerek selalu rata sehingga memudahkan air keluar dari corong sesuai dengan kemiringannya, sehingga dapat mengatur keluarnya air dari dalam cerek. Teko air/cerek mempunyai prinsip kerja sesuai dengan prinsip bejana berhubungan, yaitu untuk mencapai permukaan yang mendatar maka sebagian air akan tumpah keluar dari pancuran.<sup>53</sup>

#### b) Menara air

---

<sup>52</sup>Wasis Sugeng Yuli Irianto, *Ilmu Pengetahuan Alam Jilid 2 untuk SMP dan MTs Kelas VIII (bse)*, h. 191.

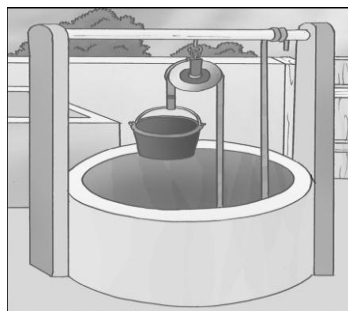
<sup>53</sup>Marthen Kanginan, *IPA FISIKA untuk SMP Kelas VIII (KTSP 2006)*, h. 110.



Gambar 2.6 Menara air

Menara air dipasang pada suatu tempat yang tinggi dan dihubungkan ke semua keran yang terdapat di wastafel, kamar mandi, halaman dengan menggunakan pipa-pipa sebagai penghubung. Menara air mempunyai prinsip kerja yakni saat keran dibuka maka untuk mencapai permukaan yang mendatar (sama tinggi), air akan mengalir dari menara air melalui pipa-pipa menuju ke keran air.<sup>54</sup>

c) **Sumur**



Gambar 2.7 Sumur

Air di dalam sumur pompa ataupun sumur tradisional disebabkan oleh berlakunya prinsip bejana berhubungan. Sumur harus berada di bawah permukaan air tanah supaya airnya tidak

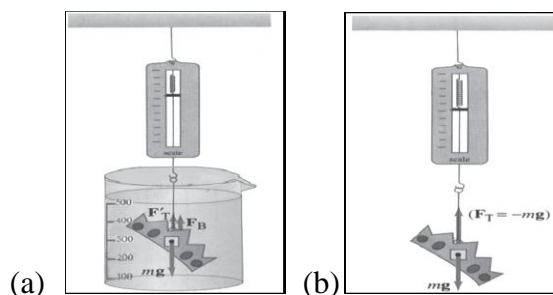
---

<sup>54</sup>*Ibid.*

pernah kering. Prinsip bejana berhubungan tidak berlaku pada bejana yang pipanya sempit atau pipa kapiler.<sup>55</sup>

## 2.4 Hukum Archimedes

Hukum berbunyi ; “Sebuah benda yang dicelupkan ke dalam zat cair, baik sebagian maupun seluruhnya, akan mengalami gaya apung yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda yang dicelupkan tersebut”.<sup>56</sup> Apabila seseorang mengangkat benda dari dalam zat cair akan terasa lebih ringan dibandingkan mengangkat benda di udara.



Gambar 2.8 Mengukur berat benda. (a) di dalam air (b) di udara

Benda yang dimasukkan ke dalam air, ternyata beratnya seolah-olah berkurang, hal ini terlihat dari penunjukan neraca pegas yang lebih kecil. Benda yang terlihat seolah-olah beratnya berkurang saat ditimbang di air, bukan berarti ada massa benda yang hilang, namun disebabkan oleh suatu gaya yang mendorong benda, yang arahnya berlawanan dengan arah berat benda.

<sup>55</sup>Saeful Karim dkk, *Belajar IPA Membuka Cakrawala Alam Sekitar untuk kelas VIII Sekolah Menengah Pertama/ madrasah Tsanawiyah (bse)*, Bandung: Karsa Mandiri Persada, 2008, h. 184.

<sup>56</sup>Bob Foster, *Eksplorasi Sains Fisika Jilid I untuk Kelas VII Kurikulum 2004*, h. 130.

Gaya Apung tergantung pada banyaknya air yang didesak oleh benda tersebut, semakin besar air yang didesak maka semakin besar pula gaya Apung nya. Archimedes menyatakan apabila suatu benda dicelupkan ke dalam zat cair, baik sebagian atau seluruhnya, benda akan mendapat gaya Apung (gaya ke atas) yang besarnya sama dengan berat zat cair yang didesaknya (dipindahkan) oleh benda tersebut. Secara matematis ditulis sebagai berikut.

$$F_A = W_F$$

Karena  $F_A = \rho_f \times V \times g$  atau  $W_f = \rho_f \times V \times g$

Keterangan:

$F_A$  = gaya Apung (N)

$\rho_f$  = massa jenis zat cair (kg/m<sup>3</sup>)

$V$  = volume zat cair yang didesak atau volume benda yang tercelup (m<sup>3</sup>)

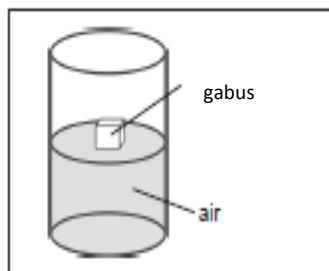
$g$  = konstanta gravitasi atau percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>).<sup>57</sup>

Benda yang tercelup ke dalam air dapat berada pada tiga keadaan sebagai berikut:

- 1) Benda terapung jika massa jenis benda lebih kecil dari massa jenis zat cair.

---

<sup>57</sup>Bob Foster, *Eksplorasi Sains Fisika Jilid I untuk Kelas VII Kurikulum 2004*, h. 130.



Gambar 2.9 Peristiwa mengapung

Pada peristiwa terapung dapat terjadi dikarenakan adanya gaya ke atas gabus lebih besar daripada berat gabus  $F_a > W_b$  dan massa jenis benda lebih kecil daripada massa jenis cairan  $\rho_b < \rho_f$  sehingga memungkinkan benda tersebut mengapung di permukaan cairan.<sup>58</sup>

- 2) Benda melayang jika massa jenis benda sama besar dengan massa jenis zat cair.



Gambar 2.10 Peristiwa melayang

Pada peristiwa melayang dapat terjadi dikarenakan adanya gaya apung yang sama dengan benda  $F_a = W_b$  dan massa jenis suatu benda adalah sama dengan massa jenis zat cair  $\rho_b = \rho_f$ .<sup>59</sup>

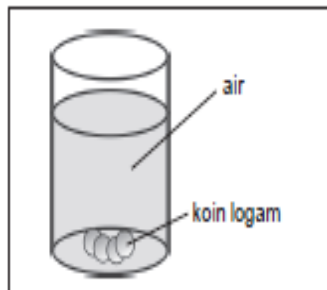
---

<sup>58</sup>Ibid., h.132.

<sup>59</sup>Ibid.



- 3) Benda tenggelam jika massa jenis benda lebih besar dari massa jenis zat cair.



Gambar 2.11 Peristiwa Tenggelam

Pada peristiwa tenggelam dapat terjadi dikarenakan adanya gaya apung air lebih kecil daripada berat benda (koin logam)  $F_a < W_b$  dan massa jenis benda yang tenggelam lebih besar daripada massa jenis zat cair  $\rho_b > \rho_f$ .<sup>60</sup>

**Penerapan Konsep mengapung, tenggelam, dan melayang dalam produk teknologi.**

Teknologi yang memanfaatkan prinsip ini adalah kapal selam, balon udara, hidrometer, dan jembatan ponton.

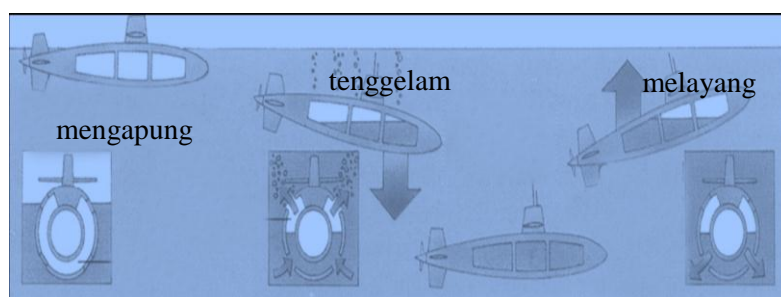
**a) Kapal Selam**

Kapal selam adalah kapal laut yang dapat berada dalam tiga keadaan, yaitu mengapung, melayang, dan tenggelam, ketiga keadaan ini dapat dicapai dengan cara mengatur banyaknya air dan udara dalam badan kapal selam. Badan kapal selam mempunyai rongga udara yang berfungsi sebagai tempat masuk dan keluarnya air

---

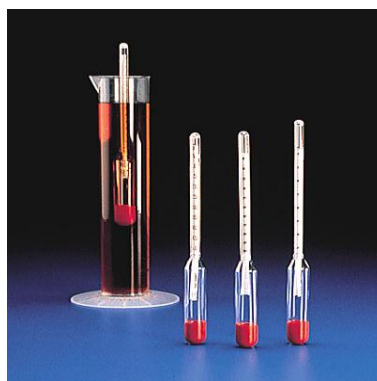
<sup>60</sup>Wasis Sugeng Yuli Irianto, *Ilmu Pengetahuan Alam Jilid 2 untuk SMP dan MTs Kelas VIII (bse)*, h. 196.

atau udara. Kapal selam akan terapung ketika rongga udara diisi udara, ketika akan melayang, udara dikeluarkan dan rongga udara diisi dengan air sehingga mencapai keadaan melayang. Jika ingin tenggelam air harus dimasukkan lebih diperbanyak lagi kedalam rongga udara. Kapal selam dalam keadaan mengapung, melayang, dan tenggelam dapat dilihat pada gambar berikut.<sup>61</sup>



Gambar 2.12 Kapal Selam

#### b) Hidrometer



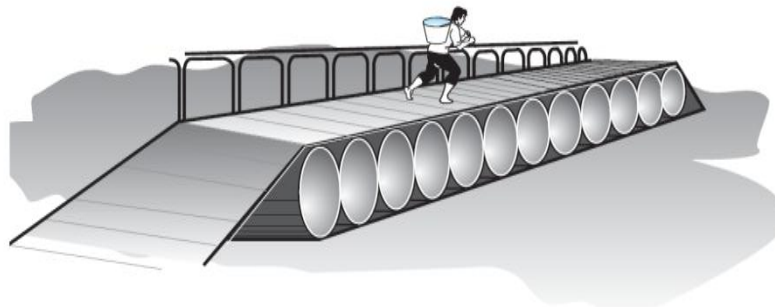
Gambar 2.13 Hidrometer

Hidrometer adalah alat untuk mengukur massa jenis zat cair. Cara menggunakan hidrometer adalah dengan mencelupkannya pada zat cair yang akan diukur massa jenisnya.

<sup>61</sup>Wasis Sugeng Yuli Irianto, *Ilmu Pengetahuan Alam Jilid 2 untuk SMP dan MTs Kelas VIII (bse)*, h. 197.

Kemudian, dilihat skala permukaan zat cair dan nilai itulah yang merupakan nilai massa jenis dari zat cair tersebut.<sup>62</sup>

**c) Jembatan Ponton**



Gambar 2.14 Jembatan Ponton

Keadaan darurat seseorang membuat jembatan dengan memasang beberapa drum yang tertutup rapat secara berjajar dan meletakkan papan di atasnya untuk orang berjalan. Jembatan Ponton adalah jembatan yang terbuat dari drum-drum besar yang mengapung di atas air. Drum kosong akan mengapung di air, hal ini disebabkan drum kosong memiliki rongga yang berisis udara di dalamnya sehingga massa jenisnya lebih kecil dari massa jenis zat cair.<sup>63</sup>

**d) Balon Udara**

---

<sup>62</sup>Wasis Sugeng Yuli Irianto, *Ilmu Pengetahuan Alam Jilid 2 untuk SMP dan MTs Kelas VIII (bse)*, h. 198.

<sup>63</sup>Marten Kanginan, *IPA FISIKA untuk SMP Kelas VIII (KTSP 2006)*, h. 112.



Gambar 2.15 Balon Udara

Balon yang besar dapat lebih banyak memindahkan volum udara. Balon udara adalah penerapan prinsip Archimedes gaya apung yang dilakukan udara pada benda juga sebanding dengan volum udara yang dipindahkan benda. Balon udara harus diisi dengan gas yang massa jenisnya lebih kecil dari massa jenis udara atmosfer sehingga balon udara dapat terbang karena mendapat gaya ke atas, misalnya diisi udara yang dipanaskan.<sup>64</sup>

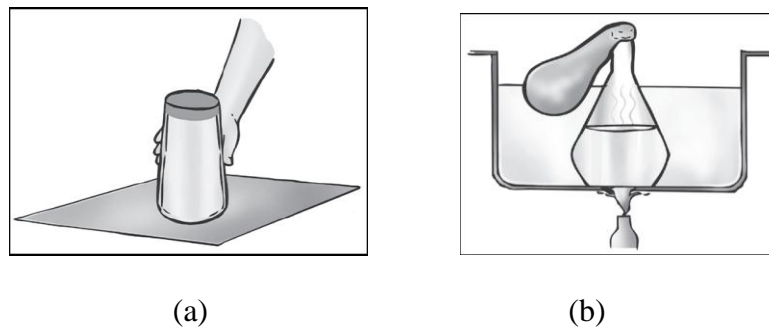
### 3. Tekanan Udara

Atmosfer memiliki tekanan seperti halnya zat cair. Tekanan udara sangat mempengaruhi cuaca. Angin merupakan salah satu hal yang disebabkan oleh perbedaan tekanan atmosfer di dua daerah yang berdekatan. Angin bersifat meratakan tekanan udara, semakin besar perbedaan tekanan udara, semakin kencang angin yang berhembus sehingga terjadi keseimbangan tekanan, perbedaan tekanan udara dipicu oleh perbedaan suhu akibat pemanasan sinar matahari.<sup>65</sup>

---

<sup>64</sup>*Ibid.*

<sup>65</sup>Saeful Karim dkk, *Belajar IPA Membuka Cakrawala Alam Sekitar untuk kelas VIII Sekolah Menengah Pertama/ madrasah Tsanawiyah (bse)*, h. 226.



Gambar 2.16 (a) dan (b). Menyelidiki adanya tekanan udara

Atmosfer mempunyai tekanan sangat besar, salah satu buktinya adalah dapat menahan air di dalam gelas melalui selembar kertas HVS (gambar 2.16 (a)). Balon karet dapat menjadi pecah, ketika air di dalam labu *Erlenmeyer* didinginkan (gambar 2.16 (b)), hal ini disebabkan karena tekanan udara di dalam labu lebih rendah dari tekanan atmosfer.<sup>66</sup>

### 3.1 Pengaruh Ketinggian Terhadap Tekanan Atmosfer

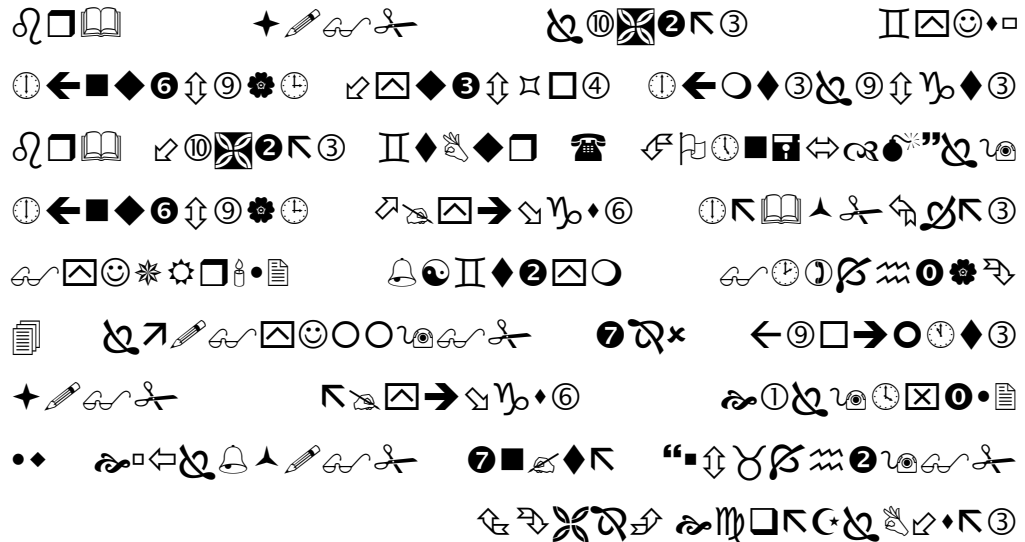
Tekanan udara (tekanan atmosfer) disebabkan oleh berat udara yang menekan lapisan atmosfer bagian bawah sampai ke ketinggian tertentu. Tekanan atmosfer dapat di misalkan dengan tekanan zat cair, semakin dalam suatu zat cair maka semakin besar tekanannya.<sup>67</sup> Tekanan atmosfer sama dengan tekanan zat cair, semakin dekat ke permukaan bumi tekanan udara semakin besar dan semakin jauh dari permukaan bumi tekanan udara semakin kecil. Tekanan udara di permukaan laut = 76 cmHg atau 1 atm, setiap ketinggian bertambah 100 m tekanan udara berkurang 1 cmHg. Dalam al-

---

<sup>66</sup>*Ibid.*, h. 227.

<sup>67</sup>*Ibid.*

Qur'an dijelaskan hal yang berkaitan dengan tekanan atmosfer atau tekanan udara dalam surah Al-An'am ayat 125 Allah SWT berfirman:



Artinya: “Barangsiapa yang Allah menghendaki akan memberikan kepadanya petunjuk, niscaya dia melapangkan dadanya untuk (memeluk agama) Islam. dan barangsiapa yang dikehendaki Allah kesesatannya, niscaya Allah menjadikan dadanya sesak lagi sempit, seolah-olah ia sedang mendaki langit. begitulah Allah menimpakan siksa kepada orang-orang yang tidak beriman”.

Ayat diatas menjelaskan tentang kerapatan udara berkurang secara vertikal hingga mencapai tekanan terendah di lapisan yang paling tinggi dari atmosfer, sebelum benar-benar menghilang di luar angkasa. Ketika manusia mendaki menuju ketinggian, sistem pernapasan akan semakin sulit sebanding dengan penurunan kerapatan oksigen di udara. Sebagai gambaran: kerapatan oksigen akan menurun sekitar 50% pada ketinggian 5.000 meter dan hanya sekitar 30% pada ketinggian 9.000 meter di atas permukaan laut.<sup>68</sup>

<sup>68</sup>Rosihon Anwar, dkk., *Al-Alim Al-Qur'an dan Terjemahnya Edisi Ilmu Pengetahuan*, Bandung: PT Mizan Bunaya Kreativa, 2011, h. 145.

Hal ini dapat dirasakan jika seseorang pergi ke tempat tinggi. Misalkan seorang pendaki akan semakin sulit mendaki gunung yang sangat tinggi. Selain udara yang dingin, di ketinggian tekanannya pun sangat rendah. Pada tempat yang tekanannya rendah partikel udaranya pun rendah sehingga pendaki gunung tidak dapat bernafas tanpa bantuan tabung oksigen.<sup>69</sup>

### 3.2 Alat Ukur Tekanan

Alat untuk mengukur tekanan udara disebut Barometer. Para ahli berusaha membuat alat pengukur tekanan udara yang praktis. Barometer banyak jenisnya di antaranya adalah sebagai berikut :<sup>70</sup>

#### a) Barometer Fortin



Gambar 2.17 Barometer Fortin

Barometer raksa disebut barometer Fortin, karena yang pertama membuatnya adalah seorang ahli Fisika berkebangsaan Prancis Nicolas Fortin, walaupun yang pertama kali menemukannya Torricelli.<sup>71</sup> Barometer Fortin dapat mengukur dengan teliti karena dilengkapi

<sup>69</sup> Wasis Sugeng Yuli Irianto, *Ilmu Pengetahuan Alam Jilid 2 untuk SMP dan MTs Kelas VIII (bse)*, h. 200.

<sup>70</sup> Saeful Karim dkk, *Belajar IPA Membuka Cakrawala Alam Sekitar untuk kelas VIII Sekolah Menengah Pertama/ madrasah Tsanawiyah (bse)*, h. 229.

<sup>71</sup> Saeful Karim dkk, *Belajar IPA Membuka Cakrawala Alam Sekitar untuk kelas VIII Sekolah Menengah Pertama/ madrasah Tsanawiyah (bse)*, h. 229.

dengan skala nonius atau skala vernier seperti halnya dalam jangka sorong. Barometer Fortin mempunyai ketelitian hingga mencapai 0,01 cmHg. Barometer Fortin mempunyai bentuk cukup panjang, seperti halnya barometer Torricelli, sehingga sulit untuk dibawa kemana-mana.<sup>72</sup>

#### **b) Barometer Logam**

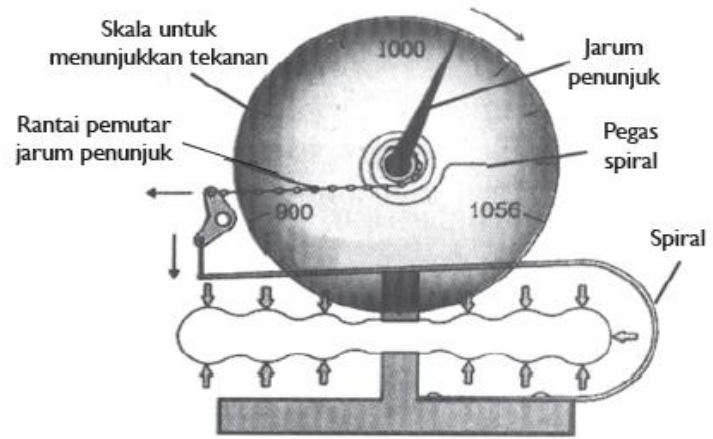
Barometer logam disebut barometer aneroid. Barometer ini banyak digunakan di Badan Meteorologi dan Geofisika untuk memperkirakan cuaca dengan mengukur tekanan udaranya. Barometer logam biasa juga disebut barometer kering. Barometer logam lebih praktis untuk dibawa-bawa dan skalanya mudah dibaca karena berbentuk lingkaran. Bagian utama dari barometer ini adalah sebuah kotak logam kecil berisi udara dengan tekanan yang sangat rendah. Permukaan kotak dibuat bergelombang agar lebih mudah melentur di bagian tengahnya. Jika tekanan bertambah, bagian atas dan bawah kotak mengempis sehingga menekan kotak logam yang berisi udara. Akibatnya, tekanannya naik dan akan menggerakkan tuas yang menarik rantai kiri sehingga jarum penunjuk barometer akan menyimpang ke kanan dengan menunjukkan angka tertentu.<sup>73</sup>

---

<sup>72</sup>*Ibid.*

<sup>73</sup>Saeful Karim dkk, *Belajar IPA Membuka Cakrawala Alam Sekitar untuk kelas VIII Sekolah Menengah Pertama/ madrasah Tsanawiyah (bse)*, h. 230.





Gambar

2.18

Barometer Logam