

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam proses pendidikan di sekolah, kegiatan proses belajar mengajar merupakan kegiatan edukatif yang paling utama. Hal ini berarti bahwa hasil prestasi belajar siswa sangat tergantung pada proses belajar mengajar yang dialami siswa sebagai anak didik.

Mengingat makna yang terkandung dalam kegiatan proses belajar mengajar dapat meningkatkan prestasi belajar siswa, guru yang merupakan pemegang kendali edukatif harus memiliki kemampuan teknis keguruan, yaitu kemampuan pengelolaan proses belajar mengajar. Kemampuan ini diantaranya adalah penguasaan berbagai metode pengajaran untuk meningkatkan aktivitas dan efisiensi di dalam pelaksanaan program pengajaran. Peningkatan aktivitas dan efisiensi dapat dilihat pada tingkat pemahaman materi pelajaran siswa. Tingkat pemahaman materi pelajaran siswa selain ditentukan oleh taraf kemampuan intelektual siswa juga bergantung pada ketepatan pemilihan metode mengajar yang diterapkan oleh guru.

Metode pengajaran adalah suatu cara mengajar yang digunakan oleh guru untuk menyajikan materi pelajaran kepada siswa. Dewasa ini banyak dikembangkan metode-metode pengajaran dengan berbagai pendekatannya. Dari berbagai metode yang ada, guru perlu menelusuri landasan-landasan teoritisnya dan menganalisis keuntungan dan kelemahannya. Selanjutnya guru dapat memilih dan menerapkan metode pengajaran tertentu yang sesuai dengan tujuan, isi dan situasi proses belajar-

mengajar yang bersangkutan. sehingga dengan pemilihan metode yang tepat diharapkan siswa dapat menerima pelajaran dengan baik.

Meskipun sudah tersedia bermacam-macam metode, tetapi metode ceramah masih sering dipakai oleh guru-guru, sebab dengan metode ceramah guru tidak terlalu sulit untuk menyiapkan dan melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Metode ceramah yang dalam penerapannya tidak dikombinasikan dengan metode lain akan terasa membosankan apabila terlalu lama. Kelemahan lain dari metode ceramah adalah kurang membangkitkan antusias dan daya kreatif berfikir siswa karena siswa hanya mendengar dan pasif. Sebagai usaha antisipasi agar siswa tidak merasa bosan selama proses belajar mengajar berlangsung, metode ceramah perlu dikombinasikan dengan metode pengajaran yang lain.

Muncul suatu anggapan keterlibatan siswa secara aktif dalam kegiatan proses belajar mengajar di kelas dapat meningkatkan pemahaman materi pelajaran yang diberikan oleh guru. Peningkatan pemahaman materi pelajaran tersebut dapat diketahui dari hasil ulangan (nilai ulangan) yang diperoleh siswa. Hal ini berarti bahwa keterlibatan siswa secara aktif dapat memotivasi siswa untuk berpikir dalam mengembangkan kemampuan intelektual (kognitif) siswa. Salah satu metode mengajar yang melibatkan siswa secara aktif adalah metode tanya jawab. Berdasarkan anggapan tersebut, maka penulis ingin melakukan penelitian yang berjudul : "Studi Perbandingan antara Metode Ceramah dengan Metode Tanya Jawab dalam Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa Kelas 1 Cawu 3 Pokok Bahasan Fluida Tak Mengalir di SMU YPPI 2 Surabaya Tahun Ajaran 1998 - 1999".

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang timbul dalam penelitian ini adalah : apakah pengajaran menggunakan metode tanya jawab pada pokok bahasan Fluida Tak Mengalir lebih meningkatkan prestasi belajar siswa daripada pengajaran menggunakan metode ceramah ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah siswa yang diajarkan dengan menggunakan metode tanya jawab lebih berprestasi daripada siswa yang diajarkan dengan menggunakan metode ceramah pada pokok bahasan Fluida Tak Mengalir. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan yang berarti pada pengembangan dan pemilihan metode pengajaran yang lebih tepat untuk mata pelajaran fisika pokok bahasan Fluida Tak Mengalir.

1.4 Ruang Lingkup

1. Metode yang dipakai dalam pengajaran adalah metode tanya jawab dan metode ceramah.
2. Materi Pelajaran dibatasi pada pokok bahasan Fluida Tak Mengalir.
3. Prestasi belajar siswa diukur dari tes hasil belajar yang diberikan dalam bentuk soal obyektif dan subyektif.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan untuk memberikan jawaban sementara terhadap masalah adalah : prestasi belajar fisika yang diajarkan dengan menggunakan metode tanya jawab lebih tinggi daripada prestasi belajar siswa yang diajarkan dengan menggunakan metode ceramah.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disajikan dengan urutan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam pendahuluan dibahas tentang latar belakang masalah sampai dengan perumusan hipotesis.

BAB II : LANDASAN TEORI

Dalam landasan teori diuraikan tentang kedudukan metode dalam proses belajar mengajar, metode ceramah, metode tanya jawab, dan materi bahan ajar Fluida Tak Mengalir untuk SMU kelas I Cawu 3.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini dibahas metode-metode dan prosedur yang digunakan dalam penelitian yang meliputi : penentuan populasi dan sampel, prosedur sampling, jenis dan metode pengumpulan data, rancangan penelitian sampai analisa data.

BAB IV : ANALISIS DATA, INTERPRETASI DAN DISKUSI

Pada data yang diperoleh dilakukan analisis statistik dan pengujian hipotesis. Hasilnya akan diinterpretasikan untuk mendapatkan kesimpulan.

Sedangkan diskusi menguraikan tentang penyebab dari hasil kesimpulan yang didapat.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan disampaikan saran yang diharapkan berguna bagi kelanjutan penelitian berikutnya.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kedudukan Metode Dalam Proses Belajar Mengajar

Proses belajar mengajar merupakan inti dari kegiatan pendidikan secara keseluruhan dengan guru sebagai pemegang peran utama. Terjadinya proses belajar mengajar tidak lepas dari keberadaan metode mengajar. Metode mengajar adalah cara-cara mengajar yang digunakan oleh guru untuk menyampaikan materi pelajaran kepada siswa di dalam proses belajar mengajar, agar siswa dapat memahami materi pelajaran dengan baik untuk dapat mencapai tujuan yang diharapkan. Keberadaan metode mengajar dalam proses belajar mengajar merupakan alat untuk mencapai tujuan belajar mengajar yang telah ditetapkan. Perumusan tujuan pembelajaran khusus diharapkan operasional sebab merupakan acuan bagi seorang guru dalam memilih dan menentukan metode mengajar yang tepat, juga dalam merencanakan serta membuat evaluasi belajar siswa.

Persoalan yang muncul adalah bagaimana cara guru mengembangkan dan menciptakan situasi yang memungkinkan kegiatan belajar mengajar dapat berlangsung secara seimbang antara siswa dan guru dalam proses belajar mengajar. Guru melakukan persiapan materi pelajaran dan strategi belajar mengajar dalam kegiatan belajar mengajar yang akan dilaksanakan. Siswa melakukan persiapan berupa minat dan motivasi untuk mengikuti kegiatan belajar mengajar di samping mempersiapkan materi pelajaran yang sudah diperoleh sebelumnya, terutama berhubungan dengan materi yang akan dipelajari. Keterpaduan antara persiapan yang dilakukan guru dan

persiapan siswa dapat memperlancar jalannya proses belajar mengajar dan akan meningkatkan belajar siswa.

2.2 Metode Ceramah

Metode ceramah adalah cara mengajar dengan penuturan secara lisan tentang sesuatu bahan yang telah ditetapkan dan dapat menggunakan alat-alat pembantu, terutama tidak untuk menjawab pertanyaan siswa. Adapun alat-alat pembantu dapat berupa : gambar, potret, barang tiruan, film, peta dan sebagainya.

Berdasarkan pengertian metode ceramah, dapat dikatakan bahwa peran guru sangat menentukan keberhasilan metode ceramah. Jika guru melakukan persiapan yang matang sebelum berceramah, dan ketika berceramah penyampaian materi pelajaran dilakukan dengan tepat dan jelas, maka akan memaksimalkan hasil metode ceramah dalam proses belajar mengajar. Sebagai indikasi keberhasilan metode ceramah dalam proses belajar mengajar adalah sejauh mana siswa memahami materi pelajaran yang disampaikan guru.

2.2.1 Persiapan dan Penyampaian Metode Ceramah

2.2.1.1 Persiapan Metode Ceramah

Agar ceramah dapat berlangsung dengan baik maka perlu persiapan sebagai berikut :

1. Menguasai semua bahan atau materi pelajaran yang akan diceramahkan. Penguasaan materi pelajaran merupakan kunci utama yang dimiliki oleh penceramah bagi keberhasilan metode ceramah dalam proses belajar mengajar.

2. Batas waktu ceramah harus diketahui sebelum mulai melaksanakan metode ceramah. Batas waktu ini biasanya disesuaikan dengan jam pelajaran yang telah ditetapkan, dan guru diharapkan dapat menyampaikan semua materi pelajaran kepada siswa.
3. Merumuskan tujuan pembelajaran khusus yang diharapkan dicapai oleh siswa. Perumusan ini untuk mempertegas hal-hal yang harus diperhatikan oleh siswa.
4. Materi pelajaran hendaknya disiapkan dalam bentuk iktisar dengan jalan mencantumkan kata-kata atau bagian-bagian kalimat penting.
5. Mempersiapkan alat bantu mengajar, misal : gambar, potret, peta dan sebagainya.
6. Menyiapkan contoh-contoh soal guna memperjelas materi pelajaran yang disampaikan.

2.2.1.2 Penyampaian Metode Ceramah

Sebagai tidak lanjut dari kegiatan persiapan metode ceramah adalah penyampaian materi pelajaran. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan ketika menyampaikan materi pelajaran, diantaranya :

1. Ceramah harus disampaikan dengan suara yang jelas dan nyaring.
2. Nada suara tidak monoton, harus diatur penekanan sehingga siswa tidak bosan mendengarnya.
3. Diusahakan berbicara tidak terlalu cepat sehingga mudah dimengerti siswa.
4. Menggunakan bahasa yang mudah dipahami siswa.

2.2.2 Keuntungan dan Kelemahan Metode Ceramah

2.2.2.1 Keuntungan Metode Ceramah

Persiapan metode ceramah dalam proses belajar mengajar dapat memberikan beberapa keuntungan, diantaranya :

1. Guru mudah menguasai kelas.
2. Mudah dilaksanakan.
3. Dapat diikuti jumlah murid yang besar.
4. Mudah menyiapkannya.
5. Guru mudah menerangkan dengan baik.

2.2.2.2 Kelemahan Metode Ceramah

Metode ceramah selain memiliki keuntungan juga mempunyai kelemahan. Kelemahan-kelemahan metode ceramah, diantaranya :

1. Bila terlalu lama membosankan.
2. Menimbulkan apatensi pada ucapan guru.
3. Menyebabkan siswa pasif.
4. Siswa cenderung menghafal.
5. Kurang membangkitkan daya kognitif, afektif dan motorik siswa.

2.3 Metode Tanya Jawab

Metode tanya jawab adalah suatu cara mengajar dimana guru dan siswa aktif bersama, guru bertanya siswa mencari jawaban. Pertanyaan yang diajukan guru hendaknya jelas, singkat, tidak meminta jawaban "ya" atau "tidak" tetapi pertanyaan

yang dapat menimbulkan jawaban yang agak panjang, sehingga dapat merangsang siswa untuk berpikir. Mengingat taraf kemampuan intelektual siswa berbeda, pertanyaan yang diajukan hendaknya disesuaikan dengan pengetahuan dan kemampuan siswa.

2.3.1 Fungsi Pertanyaan

Pertanyaan yang diajukan guru kepada siswa selama proses belajar mengajar berlangsung berfungsi sebagai berikut :

1. Untuk mengevaluasi pengetahuan siswa. Pertanyaan harus merupakan pertanyaan ingatan atau pertanyaan pikiran.
2. Untuk membangkitkan minat siswa. Dengan pertanyaan akan menimbulkan rasa ingin tahu akan jawaban sesuatu. Rasa ingin tahu ini akan merupakan rangsangan untuk belajar berpikir.
3. Untuk menarik perhatian siswa, menjaga kelelahan dan kebosanan.
4. Untuk memusatkan perhatian siswa kepada unsur-unsur atau bagian yang penting di dalam pelajaran.

2.3.2 Tingkatan Pertanyaan

Berdasarkan jenis pemikiran yang dibutuhkan siswa untuk menjawab pertanyaan, pertanyaan dapat digolongkan menjadi beberapa tingkatan. Salah satu yang terkenal adalah Taksonomi Bloom (1956). Ada 6 tingkatan Taksonomi Bloom, yaitu : pengetahuan, pemahaman, penerapan, analisis, sintesis dan evaluasi.

1. Pengetahuan

Bila tujuan pertanyaan untuk menelaah apakah siswa mengingat fakta khusus, maka pertanyaan akan bersifat ingatan. Pertanyaan yang bersifat ingatan digolongkan dalam pengetahuan. Pertanyaan pengetahuan hanya memberikan pengertian yang dangkal karena siswa hanya menghafal.

Contoh :

- Bagaimana definisi tekanan ?
- Dimana letak benda tenggelam dalam zat cair ?

2. Pemahaman

Jika tujuan pertanyaan untuk membantu siswa dalam melukiskan, membandingkan dan menerangkan fakta yang satu ke yang lain, maka pertanyaan tersebut digolongkan dalam pertanyaan pemahaman.

Contoh :

- Jelaskan mengapa binatang yang berat (misal Gajah) cenderung memiliki kaki yang lebar ?
- Mengapa timba terasa lebih ringan ketika masih terbenam dalam air sumur daripada ketika timba itu telah berada di udara ?

3. Penerapan

Jika tujuan pertanyaan agar siswa dapat menerapkan informasi yang telah diberikan guru, maka pertanyaan tergolong pertanyaan penerapan.

Contoh :

Sebuah alat pengangkat hidrolis memiliki pengisap kecil 5 cm dan pengisap besar 100 cm. Berapa besar gaya tekan pengisap kecil untuk mengangkat beban 500 kg pada pengisap besar ?

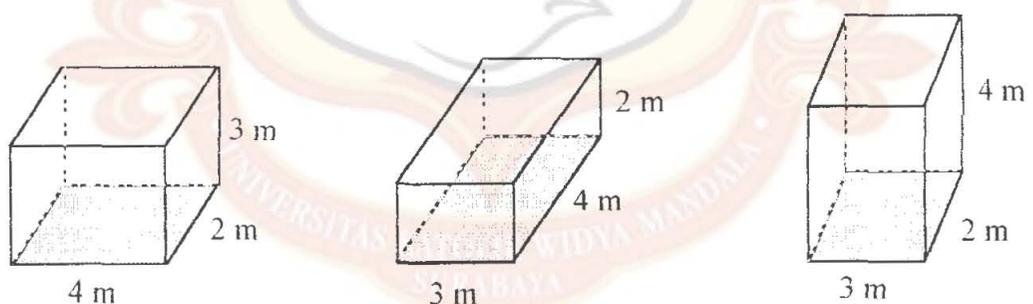
4. Analisis

Pada pertanyaan analisis, siswa bukan sekedar mengingat dan menerapkan informasi tetapi juga untuk menganalisis informasi. Pertanyaan analisis mendorong siswa untuk mengenali sebab-sebab, memperoleh kesimpulan dan untuk menemukan bukti.

Contoh :

Tiga balok sejenis yang beratnya 24 N terletak pada lantai seperti yang ditunjukkan pada Gb. 2.1.

- Hitung tekanan masing-masing balok pada lantai !
- Bandingkan besar tekanan dari ketiga balok tersebut dan berilah kesimpulan bagaimana hubungan antara tekanan P dengan luas bidang A !



Gb. 2.1. Tiga balok terletak di atas lantai yang mempunyai berat yang sama tetapi ukuran berbeda

5. Sintesis

Untuk membentuk hubungan dan mengumpulkan fakta sehingga siswa menemukan cara baru, maka diperlukan pertanyaan sintesis. Pertanyaan ini membantu siswa untuk berpikir kreatif.

Contoh :

Archimedes menemukan hukumnya di dalam kamar mandi sewaktu sedang berpikir bagaimana ia dapat menguji apakah mahkota raja yang baru dibuat adalah dari emas atau tidak. Masa jenis emas murni adalah 19.300 kg/m^3 . Untuk itu ia menimbang mahkota ketika berada di udara dan ketika dicelup seluruhnya di dalam zat cair. Hasil bacaan yang di dapat masing-masing 14,7 N dan 13,4 N. Apakah mahkota tersebut dari emas murni atau tidak ? Buktikan dengan melakukan perhitungan !

6. Evaluasi

Agar siswa memilih diantara alternatif dengan memutuskan yang terbaik maka diperlukan pertanyaan evaluasi. Pertanyaan evaluasi juga menawarkan pendapat siswa.

Contoh : Apa manfaat pelajaran fluida tak mengalir bagi anda ?

2.3.3 Persiapan dan Penyampaian Metode Tanya Jawab

2.3.3.1 Persiapan Metode Tanya Jawab

Agar tanya jawab dapat berlangsung dengan baik maka perlu persiapan sebagai berikut :

1. Merumuskan tujuan yang sejelas-jelasnya. Perumusan tujuan yang dimaksud adalah menyusun tujuan pembelajaran khusus (TPK) semua materi pelajaran yang akan disampaikan melalui metode tanya jawab. TPK yang disusun hendaknya disetarakan dengan TPK yang telah ditetapkan GBPP.
2. Membuat pertanyaan-pertanyaan yang membawa siswa pada tujuan. Pertanyaan disusun secara sistematis, terarah, dan tertuju pada TPK yang telah ditetapkan sebelumnya.
3. Menyusun jawaban-jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang diberikan.
4. Mengevaluasi dengan tes atau pertanyaan juga.

2.3.3.2 Penyampaian Metode Tanya Jawab

Beberapa teknik penyampaian pertanyaan kepada siswa, diantaranya :

1. Pertanyaan diajukan kepada seluruh siswa dalam kelas dan kemudian baru menunjuk salah seorang untuk menjawabnya. Langkah ini dilakukan dengan tujuan untuk menarik perhatian seluruh siswa, sehingga setiap siswa turut memikirkan pertanyaan itu, dan dirangsang untuk menilai jawaban siswa lain berdasarkan pemikirannya sendiri.
2. Berikan waktu yang cukup kepada siswa untuk menjawabnya. Hal ini dilakukan mengingatkan siswa untuk menjawab pertanyaan perlu memahami pertanyaan, lalu mencari jawabannya. Tentu saja waktu yang diperlukan bergantung kepada taraf kesulitan pertanyaan.
3. Setiap pertanyaan sebaiknya jangan diulang, sehingga siswa dapat memusatkan perhatiannya kepada pertanyaan itu.

4. Jawaban siswa tidak perlu diulangi, dengan maksud agar siswa lain dengan segera memperhatikan jawaban temannya.
5. Setiap siswa diberi kesempatan untuk menjawab pertanyaan, dan bila seorang siswa tak sanggup menjawab maka pertanyaan dilemparkan kepada siswa yang lain yang mampu menjawabnya.
6. Pertanyaan hendaknya diajukan dengan cara yang ramah dan dengan suasana yang menyenangkan. Jangan menciptakan suasana tegang karena ketegangan akan menghalangi siswa berpikir.

2.3.4 Kebaikan dan Kelemahan Metode Tanya Jawab

2.3.4.1 Kebaikan Metode Tanya Jawab

Metode tanya jawab sangat perlu diterapkan dalam proses belajar mengajar karena dapat memberikan beberapa kebaikan, antara lain :

1. Mendapat sambutan kelas.
2. Siswa akan lebih cepat mengerti.
3. Partisipasi siswa akan lebih aktif.
4. Pertanyaan merangsang anak untuk berpikir.
5. Siswa berani mengutarakan pikiran/pendapatnya.

2.3.4.2 Kelemahan Metode Tanya Jawab

Metode tanya jawab selain memiliki keuntungan juga mempunyai kelemahan. Kelemahan metode tanya jawab, diantaranya :

1. Mudah menyimpang dari pokok persoalan.

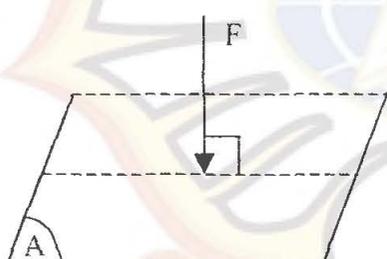
2. Ada perbedaan pendapat antara siswa dengan guru.
3. Memerlukan waktu yang relatif lama.

2.4 Fluida Tak Mengalir

Fluida adalah zat yang dapat mengalir. Zat digolongkan dalam tiga wujud yaitu zat padat, zat cair, gas. Dari ketiga wujud zat ini yang termasuk fluida adalah zat cair dan gas. Ilmu yang mempelajari fluida tak mengalir disebut hidrostatika.

2.4.1 Konsep Tekanan

Tekanan didefinisikan sebagai gaya persatuan luas dalam arah tegak lurus bidang, secara matematis ditulis :



$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.1.)$$

dengan :

F = gaya (N)

A = luas bidang (m^2)

P = tekanan (N/m^2)

Gb. 2.2. Sebuah Gaya F Konstan bekerja tegak lurus pada bidang A

Satuan tekanan P dalam SI adalah N/m^2 atau Pa (pascal)

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

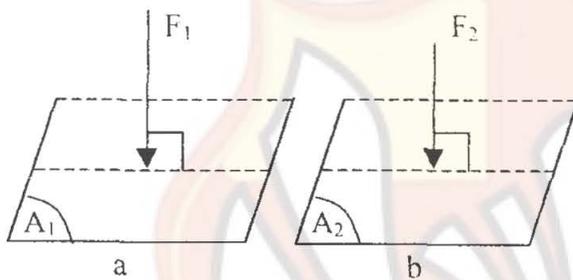
Satuan tekanan lain yang sering digunakan adalah atmosfer (atm), centimeter raksa (cmHg), dan milibar (mb).

$$1 \text{ mb} = 0.001 \text{ bar, sedangkan } 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa} = 1,01 \text{ bar}$$

Berdasarkan persamaan (2.1) dapat dikatakan bahwa :

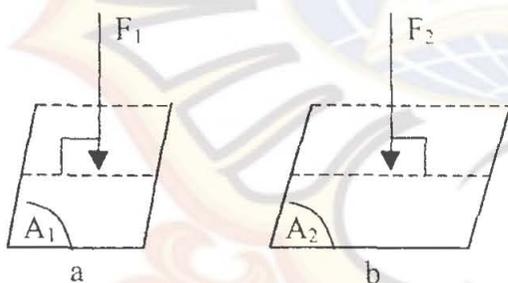
- Tekanan P berbanding lurus dengan gaya F , artinya untuk luas tertentu jika gaya F besar maka tekanan P besar, dan sebaliknya.



Dari Gb. 2.3. $A_1 = A_2$ dan $F_1 > F_2$
sehingga $P_1 > P_2$

Gb. 2.3. (a) Gaya F_1 bekerja tegak lurus pada bidang A_1
(b) Gaya F_2 bekerja tegak lurus pada bidang A_2

- Tekanan P berbanding terbalik dengan luas bidang A , artinya untuk suatu gaya tertentu jika luas bidang besar maka tekanan kecil, dan sebaliknya.



Dari Gb. 2.4.

$$F_1 = F_2 \text{ dan } A_1 < A_2$$

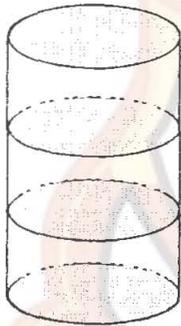
Sehingga $P_1 > P_2$

2.4.2 Tekanan Hidrostatik

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang diberikan oleh zat cair yang diam pada sebuah titik di dalam zat cair. Misal seseorang menyelam di dalam sungai. Ketika ia menyelam, ia menderita oleh tekanan air yang berada di atasnya. Jika semakin dalam ia menyelam maka tekanan air semakin besar.

Berdasarkan fenomena di atas dapat disimpulkan bahwa tekanan di dalam zat cair bergantung pada kedalaman, makin dalam letak suatu tempat di dalam zat cair

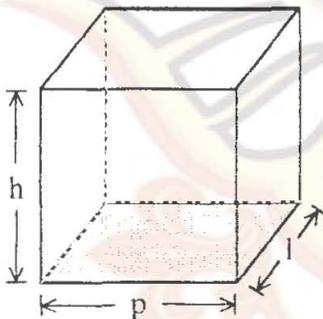
makin besar tekanan pada tempat itu. Hal ini disebabkan karena pada zat cair ditarik oleh gaya gravitasi (dapat dilihat pada Gb. 2.5). Makin tinggi zat cair dalam wadah makin berat zat cair itu, sehingga makin besar tekanan yang dikerjakan zat cair pada dasar wadah.



Gb. 2.5. Zat cair dapat dianggap terdiri lapisan-lapisan

Misalkan zat cair terdiri dari beberapa lapisan. Lapisan paling bawah ditekan oleh lapisan di atasnya sehingga menderita tekanan yang lebih besar.

Penurunan Rumus Tekanan Hidrostatik



Gb. 2.6. Zat cair terisi penuh dalam sebuah tangki

Sebuah tangki berbentuk balok diisi penuh dengan zat cair, seperti tampak pada Gb. 2.6. Dalam hal ini tekanan udara luar pada bagian atas zat cair diabaikan.

Volume zat cair dalam tangki :

$$V = p \times l \times h$$

Massa zat cair dalam tangki adalah : $m = \rho \times V$

atau $m = \rho \times p \times l \times h$

Berat zat cair dalam tangki : $w = m \times g$

atau $w = \rho \times p \times l \times h \times g$

Tekanan zat cair di sembarang titik pada luas bidang yang diarsir adalah :

$$P = \frac{w}{A} = \frac{\rho \times p \times l \times h \times g}{p \times l} = \rho \times g \times h$$

Jadi, tekanan hidrostatik zat cair dengan massa jenis ρ di suatu titik pada kedalaman h dapat dirumuskan :

$$P_h = \rho \times g \times h \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan, ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

h = kedalaman zat cair, diukur dari permukaan zat cair sampai ke letak suatu titik di dalam zat cair (m)

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

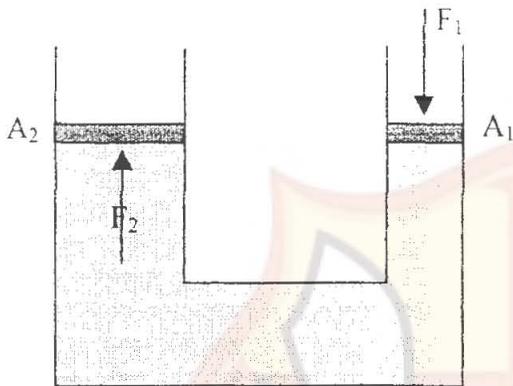
P_h = tekanan hidrostatik (N/m^2)

Dari persamaan (2.2) dapat dikatakan bahwa tekanan hidrostatik bergantung pada kedalaman zat cair, percepatan gravitasi bumi, massa jenis zat cair, dan tidak bergantung pada bentuk wadah. Tekanan hidrostatik sama besar di semua titik pada kedalaman yang sama.

2.4.3 Hukum Pascal

Hukum Pascal mengatakan bahwa : "tekanan yang diberikan kepada zat cair di dalam ruang tertutup diteruskan sama besar ke segala arah".

Prinsip kerja dongkrak Hidrolik adalah berdasarkan hukum Pascal.



Gb. 2.7. Prinsip kerja dongkrak hidrolik

Pengisap 1 memiliki luas penampang A_1 dan pengisap 2 memiliki luas penampang A_2 .

Pada pengisap 1 diberi gaya F_1 sehingga

mendapat tambahan tekanan $P = \frac{F_1}{A_1}$.

$P = \frac{F_1}{A_1}$ diteruskan ke semua titik

sehingga pada pengisap 2 mendapat gaya

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

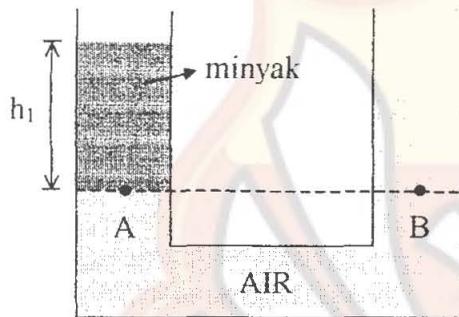
$$\text{atau } F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1 \dots\dots\dots (2.9)$$

Dari hukum Pascal didapatkan bahwa dengan gaya yang kecil dapat menghasilkan gaya yang besar. Prinsip inilah yang dimanfaatkan dalam peralatan teknik yang banyak membantu pekerjaan, antara lain :

1. Dongkrak hidrolik.
2. Pompa hidrolik ban sepeda.
3. Mesin pengepres hidrolik.
4. Mesin hidrolik pengangkat mobil.
5. Rem piringan hidrolik.

2.4.4 Hukum Utama Hidrostatik

Semua titik yang terletak pada bidang mendatar (horisontal) di dalam satu jenis zat cair memiliki tekanan yang sama. Pernyataan ini dikenal sebagai "hukum utama Hidrostatik".



Dari Gb. 2.8 titik A dan B terletak pada satu bidang datar dan dalam satu jenis zat cair (air)

Gb. 2.8. Sebuah Pipa U berisi air dan minyak

Sesuai hukum utama Hidrostatik :

$$P_A = P_B$$

atau $\rho_m g h_1 = \rho_a g h_2$

atau $\rho_m = \frac{h_2}{h_1} \rho_a \dots\dots\dots (2.10)$

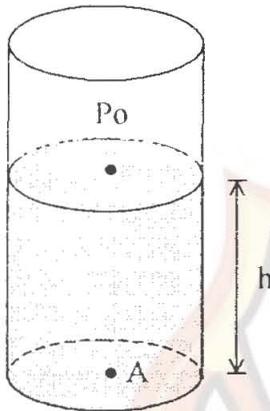
dengan, ρ_m = massa jenis minyak (kg/m^3)

ρ_a = massa jenis air (kg/m^3)

h_1 = tinggi permukaan minyak terhadap bidang kesetimbangan atau titik A (m)

h_2 = tinggi permukaan air terhadap bidang kesetimbangan atau titik b (m)

2.4.5 Tekanan Atmosfer (tekanan udara luar)



Gb. 2.9. Titik A menerima dua tekanan, yaitu tekanan atmosfer dan tekanan hidrostatik

Tekanan absolut pada suatu kedalaman tertentu di dalam zat cair, selain oleh zat cair juga dipengaruhi oleh tekanan atmosfer pada permukaan zat cair. Dengan demikian titik A pada Gb. 2.9 ditekan oleh zat cair setinggi h dan ditekan oleh udara luar (atmosfer). Secara matematis dituliskan :

$$P_A = P_0 + \rho gh \dots\dots\dots (2.11)$$

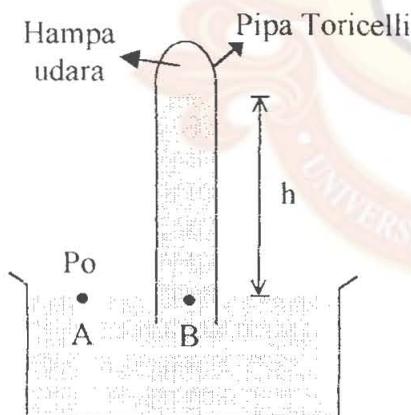
dengan, P_A = tekanan total pada titik A (N/m^2)

P_0 = tekanan atmosfer (N/m^2)

ρgh = tekanan hidrostatik (N/m^2)

Alat untuk mengukur tekanan atmosfer adalah "barometer raksa".

Tekanan Atmosfer (P_0) dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut :



Gb. 2.10. Pengukuran tekanan atmosfer dengan pipa Toricelli

Pipa Toricelli dicelupkan ke dalam bejana yang berisi raksa, seperti tampak pada Gb. 2.10. Dari Gb. 2.10, titik B ditekan oleh raksa setinggi h ($P_B = \rho gh$) sedangkan titik A ditekan oleh udara luar (P_0). Titik A dan B terletak pada satu bidang datar dan dalam satu jenis zat cair (raksa) sehingga berlaku hukum utama hidrostatik, yaitu :

$$P_A = P_B$$

$$P_0 = \rho gh \dots\dots\dots (2.12)$$

2.4.6 Tekanan Gas

Tekanan pada gas disebabkan oleh tumbukan antara partikel-partikel gas dengan dinding-dinding wadah gas. Jika volum wadah gas diperkecil (suhu gas konstan) maka tekanan gas bertambah besar. Hal ini disebabkan karena partikel-partikel gas makin rapat dengan dinding wadah gas sehingga makin sering terjadi tumbukan antara dinding-dinding wadah gas dengan partikel-partikel gas. Demikian juga sebaliknya, jika volume wadah gas diperbesar (suhu gas konstan) maka tekanan gas berkurang. Hal ini disebabkan karena makin renggang jarak antara partikel-partikel gas dengan dinding-dinding wadah gas, sehingga tumbukan antara dinding-dinding wadah gas dengan partikel-partikel gas berkurang.

Fenomena di atas menunjukkan hubungan antara tekanan gas dengan volum wadah gas, yang pertama kali diamati oleh Robert Boyle. Ia mengatakan bahwa "tekanan gas berbanding terbalik dengan volum ruang yang ditempati gas asalkan suhu gas tetap, dan tekanan gas tidak terlalu besar".

Pernyataan ini dikenal sebagai hukum Boyle, dan secara sistematis ditulis :

$$P = \frac{C}{V}$$

atau $PV = C$

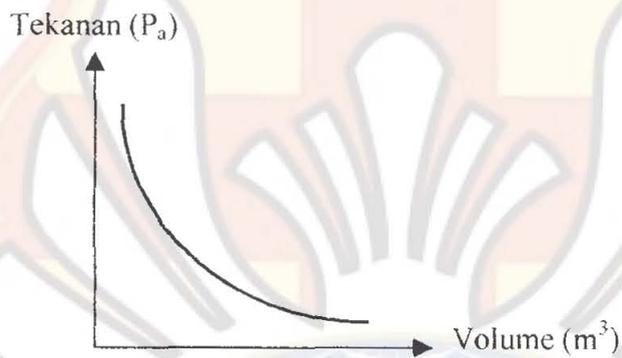
atau $P_1V_1 = P_2V_2 \dots\dots\dots (2.13)$

dengan, $C = \text{konstanta}$

$P = \text{tekanan gas (N/m}^2\text{)}$

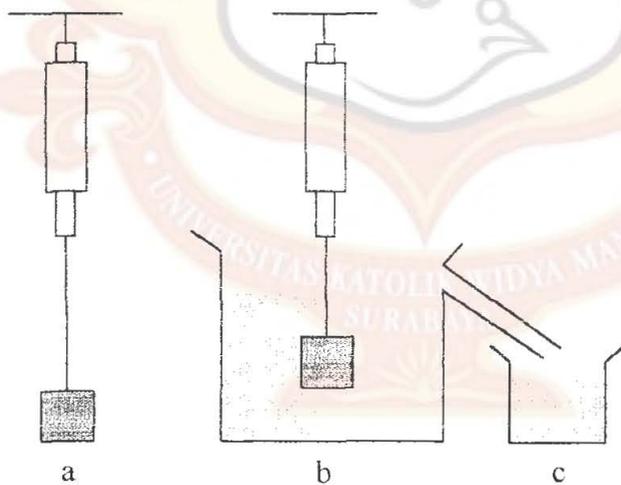
$V = \text{volum wadah gas (m}^3\text{)}$

Apabila hubungan antara P dan V digambarkan dalam suatu grafik, maka diperoleh grafik berbentuk hiperbola seperti terlihat pada gambar 2.11.



Gb. 2.11. Grafik tekanan gas terhadap volume suatu gas

2.4.7 Hukum Archimedes



Gb. 2.12. (a) Batu bata diukur beratnya di udara.
 (b) Batu bata diukur beratnya di dalam zat cair.
 (c) Sebagian zat cair dipindahkan akibat desakan batu bata

Jika sebuah benda (misal batu bata) diukur beratnya dengan neraca pegas pada dua kondisi yang berbeda, seperti ditunjukkan pada Gb. 2.12. maka akan diperoleh berat yang berbeda. Berdasarkan hasil percobaan, berat benda di dalam zat cair selalu lebih kecil daripada berat benda di udara. Hal ini berarti terjadi pengurangan berat benda di dalam zat cair. Menurut Archimedes, berkurangnya berat benda di dalam zat cair disebabkan oleh gaya ke atas yang dikerjakan zat cair pada benda.

Ketika benda dicelupkan ke dalam zat cair maka zat cair memberikan gaya ke atas kepada benda, akibatnya resultan gaya yang bekerja kepada benda menjadi lebih kecil. Resultan gaya ini terbaca pada neraca pegas. Fenomena ini secara lebih jelas dapat disimak pada Hukum Archimedes, yaitu :

"suatu benda yang sebagian atau seluruhnya dicelupkan ke dalam fluida akan mengalami gaya ke atas seberat fluida yang dipindahkan".

Hukum Archimedes secara matematis dapat ditulis :

$$F_a = w' \dots\dots\dots (2.14)$$

dengan, F_a = gaya ke atas oleh fluida (N)

w' = berat fluida yang dipindahkan (N)

Oleh karena berat benda yang hilang sama dengan gaya ke atas yang dikerjakan fluida pada benda, sehingga F_a dapat juga dirumuskan :

$$F_a = w_u - w_z \dots\dots\dots (2.15)$$

dengan, w_u = berat benda di udara (N)

w_z = berat benda di dalam zat cair (N)

Gaya ke atas (F_a) rumusnya secara teoritis telah diturunkan oleh Archimedes, yaitu :

$$F_a = \rho_f g V \dots\dots\dots (2.16)$$

dengan, ρ_f = massa jenis fluida (kg/m^3)

V = volume benda yang tercelup dalam fluida (m^3)

Persamaan (2.14) dan (1.16) akan memberikan :

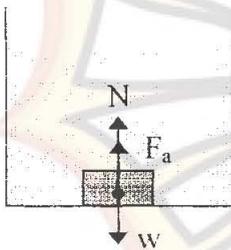
$$V_f = V$$

dengan V_f = volume fluida yang dipindahkan (m^3)

Persamaan (2.17) dapat dikatakan bahwa volume fluida yang dipindahkan sama dengan volume benda yang tercelup dalam fluida.

2.4.8 Tenggelam, Melayang, dan Mengapung

1. Tenggelam



Gb. 2.13. Posisi benda tenggelam di dalam zat cair

Pada keadaan tenggelam, seluruh benda tercelup di dalam zat cair, sehingga volume benda sama dengan volume zat cair yang dipindahkan.

Gaya-gaya yang bekerja pada benda adalah : gaya ke atas (F_a), gaya normal (N), dan gaya berat benda (w).

Ditinjau benda dalam keadaan setimbang :

$$\Sigma F = 0 \text{ (sesuai hukum I Newton)}$$

$$w - F_a - N = 0$$

$$\text{atau } w = F_a + N \dots\dots\dots (2.18)$$

Berdasarkan persamaan (2.18) benda tenggelam terjadi karena :

$$w > F_a$$

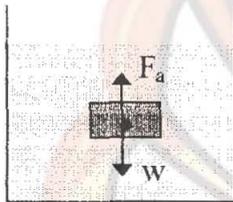
$$\text{atau } m_b g > \rho_f g V_b$$

$$\text{atau } V_b \rho_b g > \rho_f g V_b$$

$$\text{atau } \rho_b > \rho_f$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa benda tenggelam di dalam zat cair apabila massa jenis benda lebih besar daripada massa jenis zat cair.

2. Melayang



Gb. 2.14. Posisi benda melayang di dalam zat cair

Pada keadaan melayang, seluruh benda tercelup di dalam zat cair, sehingga volume zat cair yang dipindahkan sama dengan volume benda. Ditinjau benda dalam keadaan setimbang :

$$\Sigma F = 0$$

$$w - F_a = 0$$

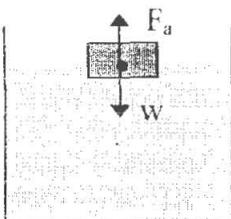
$$\text{atau } w = F_a$$

$$\text{atau } V_b g \rho_b = \rho_f g V_b$$

$$\text{atau } \rho_b = \rho_f$$

Jadi dapat disimpulkan bahwa benda melayang di dalam zat cair apabila massa jenis benda sama dengan massa jenis zat cair.

3. Mengapung



Gb. 2.15. Posisi benda mengapung di dalam zat cair

Pada keadaan mengapung, hanya sebagian benda yang tercelup di dalam zat cair, sehingga volume zat cair yang dipindahkan sama dengan volume benda yang tercelup.

Misal volume total benda adalah V_b dan volume benda yang tercelup di dalam zat cair adalah V'_b .

Ditinjau benda dalam keadaan setimbang :

$$\Sigma F = 0$$

$$w - F_a = 0$$

atau $w = F_a$, atau $\rho_b g V_b = \rho_f g V'_b$

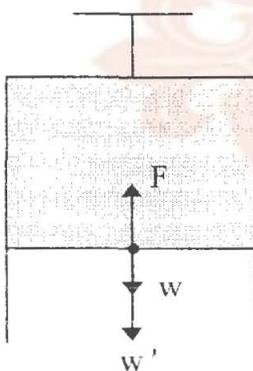
$$\text{atau } \rho_b = \frac{V'_b}{V_b} \rho_f$$

Oleh karena $V'_b < V_b$, maka :

$$\rho_b < \rho_f$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa benda mengapung di dalam zat cair apabila massa jenis benda lebih kecil daripada massa jenis zat cair.

2.4.9 Tegangan Permukaan Zat Cair



Gb. 2.16. Kawat peluncur berada dalam keadaan setimbang

Sepotong kawat dibengkokkan hingga berbentuk U, dan sepotong kawat kedua digunakan sebagai peluncur.

Ketika kerangka kawat dicelupkan ke dalam larutan sabun, lalu diangkat kembali maka kawat peluncur (beratnya tidak terlalu besar) dengan cepat tertarik ke atas.

Untuk menahan kawat peluncur agar tidak meluncur ke atas maka ditambahkan beban w' pada kawat peluncur.

Ditinjau kawat peluncur pada keadaan setimbang :

$$\Sigma F = 0$$

$$F - w - w^l = 0$$

$$\text{atau } F = w + w^l \dots\dots\dots (2.19)$$

dengan, F = gaya tegangan permukaan (N)

w = gaya berat kawat peluncur (N)

w^l = gaya berat benda (N)

Gaya F pada pers. (2.19) dapat menahan kawat peluncur dalam sembarang posisi, berapapun luas selaput, asalkan suhu selaput konstan.

Tegangan permukaan larutan sabun didefinisikan sebagai perbandingan gaya tegangan permukaan dan panjang permukaan di mana gaya itu bekerja. Secara matematis, ditulis :

$$\gamma = \frac{F}{d} \dots\dots\dots (2.20)$$

Misal panjang kawat peluncur adalah l , larutan sabun memiliki dua permukaan sehingga gaya F bekerja sepanjang $2l$ permukaan. Dalam hal ini $d = 2l$, sehingga persamaan (2.20) dapat ditulis :

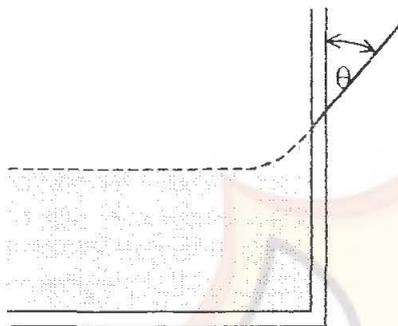
$$\gamma = \frac{F}{2l} \dots\dots\dots (2.21)$$

dengan, F = gaya tegangan permukaan (N)

l = panjang kawat yang bersentuhan dengan zat cair (m)

γ = tegangan permukaan zat cair (N/m)

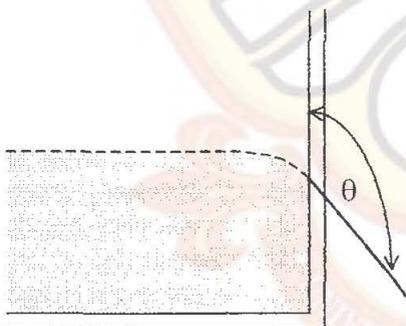
2.4.10 Sudut Kontak



Gb. 2.17. Air membasahi dinding tabung kaca

Jika air dituangkan dalam tabung kaca maka permukaan air dalam tabung kaca melengkung ke atas pada bagian yang menempel di dinding kaca. Hal ini terjadi karena gaya adhesi (FA) antara partikel air dan partikel kaca lebih besar daripada gaya kohesi (FK) antara partikel-partikel air ($FA > FK$).

Akibatnya air dalam tabung kaca melengkung ke atas pada bagian yang menempel pada dinding kaca. Kelengkungan permukaan zat cair di dalam tabung disebut meniskus, untuk air dinamakan meniskus cekung. Oleh karena adanya meniskus cekung, maka air dikatakan membasahi dinding kaca.



Gb. 2.18. Raksa tidak membasahi dinding tabung kaca

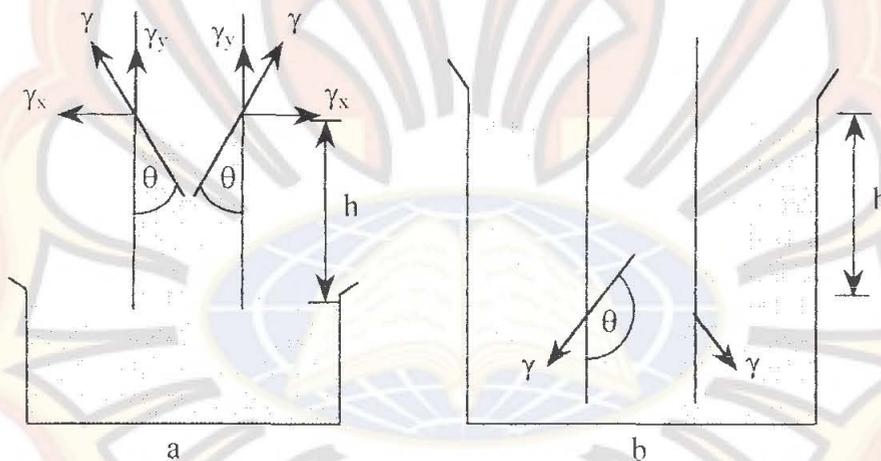
Jika raksa dituangkan dalam tabung kaca maka permukaan raksa dalam tabung kaca melengkung ke bawah pada bagian yang menempel di dinding kaca. Hal ini terjadi karena $FA < FK$.

Akibatnya raksa dalam tabung kaca melengkung ke bawah, yang dinamakan meniskus cembung. Oleh karena adanya meniskus cembung, maka raksa dikatakan tidak membasahi dinding kaca.

Dari Gb. 2.17 dan Gb. 2.18 ditemukan sudut kontak (θ). Untuk air sudut kontak adalah lancip ($0 < \theta < 90^\circ$) sedangkan raksa sudut kontaknya tumpul ($90^\circ < \theta < 180^\circ$).

2.4.11 Gejala Kapiler

Peristiwa naik atau turunnya zat cair di dalam pipa kapiler (pipa sempit) dinamakan gejala kapiler (kapilaritas).



Gb. 2.19. (a) Permukaan zat cair meniskus cekung (misal air) naik.
(b) Permukaan zat cair meniskus cembung (misal raksa) turun.

Permukaan zat cair menyentuh dinding sepanjang keliling penampang pipa bagian dalam $= 2 \pi r$. Sepanjang keliling ini permukaan zat cair menarik dinding ke bawah dengan gaya per satuan panjang (γ) dan sudut kontak θ . Sesuai hukum III Newton, dinding akan memberi reaksi dengan menarik zat cair ke atas. Jika γ diuraikan atas komponen x dan y maka diperoleh :

$$\gamma_x = \gamma \sin \theta \quad \text{dan} \quad \gamma_y = \gamma \cos \theta$$

Resultan gaya tarik pipa pada zat cair sepanjang keliling pipa ($2 \pi r$) adalah :

$$F_x = \gamma \sin \theta (2 \pi r)$$

$$F_y = \gamma \cos \theta (2 \pi r)$$

Pada Gb. 2.19 terlihat bahwa komponen gaya pada sumbu x saling meniadakan ($\Sigma F_x = 0$). Jadi, gaya yang menarik zat cair ke atas atau ke bawah hanya komponen resultan gaya tarik pada sumbu y, yaitu :

$$F_y = \gamma \cos \theta (2 \pi r)$$

Bila massa jenis zat cair adalah ρ dan volumenya V , maka berat zat cair dalam pipa kapiler setinggi y dapat ditulis :

$$w = mg$$

$$\text{atau } w = \rho V g, \text{ sebab } m = V\rho$$

$$\text{atau } w = \rho \pi r^2 y g, \text{ sebab } V = \pi r^2 y$$

Ditinjau zat cair dalam keadaan setimbang :

$$\Sigma F = 0$$

$$F_y - w = 0$$

$$\text{atau } F_y = w$$

$$\text{atau } \gamma \cos \theta (2 \pi r) = \rho \pi r^2 y g, \text{ sehingga :}$$

$$y = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r} \dots\dots\dots (2.22)$$

dengan, γ = tegangan permukaan cair (N/m)

θ = sudut kontak (derajat)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

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

r = jari-jari pipa kapiler (m)

y = tinggi zat cair dalam pipa kapiler (m)

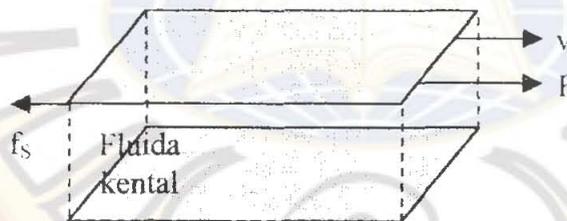
Catatan :

Untuk zat cair meniskus cembung (raksa), sudut kontak adalah tumpul sehingga $\cos \theta$ bernilai negatif. Ini berarti zat cair turun.

2.4.12 Viskositas (Kekentalan)

Viskositas merupakan ukuran suatu fluida untuk melawan gaya dalam arah sejajar gerak fluida.

Karena adanya viskositas maka untuk menggerakkan salah satu, lapisan fluida di atas lapisan lainnya harus dikerjakan gaya.



Gb. 2.20. Diperlukan gaya F pada keping atas, yang bersentuhan dengan fluida kental untuk menggerakkan lapisan fluida di bawahnya

Gb. 2.20 menunjukkan suatu fluida kental di antara dua keping sejajar, dengan luas masing-masing A . Keping bawah dalam keadaan diam, sedangkan keping atas bergerak dengan kecepatan konstan (v konstan). Gerakan ini diperlambat oleh gesekan fluida. Untuk mempertahankan gerakan ini maka dikerjakan gaya F pada keping atas sehingga tercapai keseimbangan.

$$\Sigma F = 0$$

$$F - f_s = 0$$

$$F = f_s \dots\dots\dots (2.23)$$

Berdasarkan percobaan, besar gaya F sangat bergantung pada :

1. Luas keping A. Semakin besar luas keping yang bersentuhan dengan fluida semakin besar gaya F yang dikerjakan, sehingga gaya F sebanding dengan luas keping A ($F \propto A$)
2. Kelajuan v. Kelajuan v yang lebih besar memerlukan gaya F yang lebih besar, sehingga gaya F sebanding dengan kelajuan v ($F \propto v$).
3. Jarak antara dua keping y. Semakin besar jarak antara dua keping makin kecil gaya F yang dikerjakan, sehingga gaya F berbanding terbalik dengan jarak kedua keping y ($F \propto 1/y$)

Jika pernyataan 1, 2, dan 3 digabungkan maka diperoleh :

$$F \propto \frac{Av}{y} \quad \text{atau} \quad F = \eta \frac{Av}{y} \dots\dots\dots (2.24)$$

dengan, η adalah koefisien viskositas (Ns/m^2)

Satuan η dalam cgs adalah : $\frac{\text{dyne s}}{\text{cm}^2} = \text{poise} \rightarrow 1 \text{ centipoise (cp)} = 0,01 \text{ poise}$

2.4.13 Hukum Stokes Untuk Fluida Kental

Bila benda bergerak dengan kelajuan konstan dalam fluida kental, maka benda tersebut akan dihambat gerakannya oleh gaya gesekan fluida pada benda tersebut.

Persamaan (2.23) dan (2.24) akan memberikan :

$$f_s = \frac{\eta A v}{y} = \frac{A}{y} \eta v = k \eta v \dots\dots\dots (2.25)$$

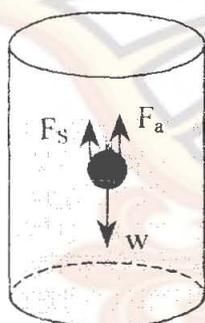
Koefisien k tergantung pada bentuk geometri benda. Untuk benda geometrinya berbentuk bola dengan jari-jari r , dari perhitungan laboratorium ditunjukkan bahwa $k = 6 \pi r$. Dengan memasukkan k ke persamaan (2.25) diperoleh :

$$f_s = 6 \pi \eta r v \dots\dots\dots (2.26)$$

Persamaan (2.26) pertama kali dinyatakan oleh Sir George Stokes, sehingga persamaan (2.26) dikenal sebagai "Hukum Stokes".

2.4.14 Kecepatan Terminal

Berdasarkan hasil eksperimen disimpulkan bahwa suatu benda yang dijatuhkan bebas dalam fluida kental, kecepatannya makin membesar sampai mencapai suatu kecepatan terbesar yang tetap. Kecepatan terbesar yang tetap ini dinamakan "kecepatan terminal".



Misal sebuah kelereng dilepaskan jatuh bebas dalam suatu fluida kental. Gaya-gaya yang bekerja pada kelereng adalah : gaya w , gaya F_a , dan gaya f_s , seperti ditunjukkan pada gb. 2.21.

Gb. 2.21. Benda berbentuk bola jatuh bebas dalam fluida kental

$$\Sigma F = 0$$

$$w - F_a - f_s = 0$$

atau $f_s = w - F_a$

atau $6 \pi \eta r V_T = \rho_b V_b g - \rho_f V_b g$

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

$$V_T = \frac{g V_b (\rho_b - \rho_f)}{6 \pi \eta r}$$

Untuk benda berbentuk bola, $V_b = 4/3 \pi r^3$ sehingga :

$$V_T = \frac{2 r^2 g}{9 \eta} (\rho_b - \rho_f) \dots \dots \dots (2.27)$$

dengan, $V_T =$ kecepatan terminal (m/s)

