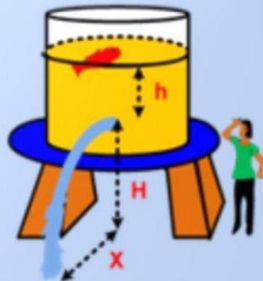




UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Nurul Aasiyah
Dr. Budi Astuti, M. Sc.

BAHAN AJAR FLUIDA DINAMIS BERMUATAN KARAKTER



**BAHAN AJAR
FLUIDA DINAMIS
BERMUATAN KARAKTER**

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Pasal 1:

1. Hak Cipta adalah hak eksklusif pencipta yang timbul secara otomatis berdasarkan prinsip deklaratif setelah suatu ciptaan diwujudkan dalam bentuk nyata tanpa mengurangi pembatasan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang undangan.

Pasal 9:

2. Pencipta atau Pengarang Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 8 memiliki hak ekonomi untuk melakukan a.Penerbitan Ciptaan; b.Penggandaan Ciptaan dalam segala bentuknya; c.Penerjemahan Ciptaan; d.Pengadaptasian, pengaransemen, atau pentrasformasian Ciptaan; e.Pendistribusian Ciptaan atau salinan; f.Pertunjukan Ciptaan; g.Pengumuman Ciptaan; h.Komunikasi Ciptaan; dan i. Penyewaan Ciptaan.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Nurul Aasiyah
Dr. Budi Astuti, M.Sc.

BAHAN AJAR FLUIDA DINAMIS BERMUATAN KARAKTER



**Penerbit Lakeisha
2021**

BAHAN AJAR FLUIDA DINAMIS BERMUATAN KARAKTER

Penulis :

Nurul Aasiyah

Dr. Budi Astuti, M.Sc.

Editor : Andriyanto, S.S., M.Pd,

Layout : Yusuf Deni Kristanto, S.Pd.

Desain Cover : Tim Lakeisha

Cetak I Juli 2021

14 cm × 20 cm, 49 Halaman

ISBN: 978-623-6322-11-6

Diterbitkan oleh Penerbit Lakeisha

(Anggota IKAPI No.181/JTE/2019)

Redaksi

Jl. Jatinom Boyolali, Srikaton, Rt.003, Rw.001, Pucangmiliran,
Tulung, Klaten, Jawa Tengah

Hp. 08989880852, Email: penerbit_lakeisha@yahoo.com

Website : www.penerbitlakeisha.com

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit

PRAKATA

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya, sehingga Bahan Ajar Digital Bermuatan Karakter yang berjudul "Bahan Ajar Fluida Dinamis Bermuatan Karakter" dapat selesai. Bahan ajar ini disusun secara kontekstual yang menyajikan materi fisika bermuatan karakter. Pembuatan bahan ajar menggunakan aplikasi Flip PDF Profesional. Flip PDF Profesional merupakan software pembuat E-Book dalam bentuk flipbook yang memanfaatkan berbagai media. Penyusunan bahan ajar ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua, keluarga besar, serta teman-teman yang selalu memberikan dukungan.

Semoga bahan ajar ini dapat bermanfaat khususnya bagi siswa maupun pendidik. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa bahan ajar ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik membangun tetap Penulis harapkan untuk perbaikan bahan ajar ini menjadi lebih baik kedepannya.

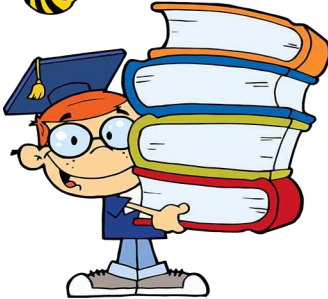
Selamat belajar. *"Look deep into nature, and then you will understand everything better"* (Albert Einstein)

Semarang, Maret 2021

Penulis

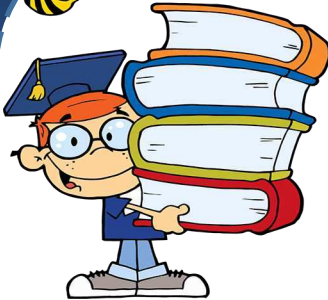
DAFTAR ISI

Prakata	ii
Daftar Isi	iii
Petunjuk Bahan Ajar	iv
Capaian Pembelajaran Lulusan	v
Tujuan Bahan Ajar	vi
Peta Konsep	vii
Mari belajar	
1. Fluida Dinamis	1
2. Fluida Ideal	2
3. Persamaan Kontinuitas	4
4. Hukum Bernoulli	10
5. Aplikasi Hukum Bernoulli	16
Mari Bereksperimen.....	39
Rangkuman.....	41
Evaluasi	42
Glosarium	43
Indeks	45
Daftar Pustaka	47
Catatan	48
Kunci Jawaban	49



PETUNJUK BAHAN AJAR

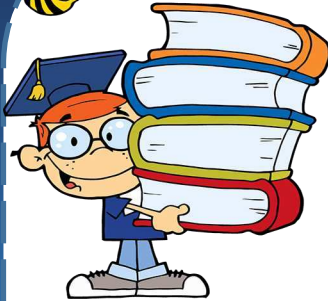
1. Bacalah petunjuk penggunaan bahan ajar ini dengan seksama.
2. Karakteristik yang diangkat pada bahan ajar bermuatan karakter yaitu:
 - a. Karakter religius
 - b. Karakter peduli lingkungan
 - c. Karakter rasa ingin tahu
3. Pelajari setiap materi yang terdapat pada bahan ajar ini dengan baik.
4. Kerjakan berbagai tugas yang terdapat pada bahan ajar dengan jujur, teliti, dan benar.
5. Lakukan praktikum sederhana sesuai dengan petunjuk yang tertera di dalam bahan ajar.
6. Setelah mempelajari seluruh materi dalam bahan ajar ini, kerjakanlah soal evaluasi.



CAPAIAN PEMBELAJARAN

Capaian Pembelajaran yang diharapkan:

1. Siswa memiliki kemampuan memahami dan menguasai konsep dasar fluida dinamis.
2. Siswa mampu menjelaskan konsep fluida dinamis dan aplikasinya dengan benar.
3. Siswa mampu menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan topik fluida dinamis.
4. Siswa mampu menjelaskan konsep fluida dinamis pada permasalahan fisika dan kehidupan sehari-hari.



TUJUAN BAHAN AJAR

Tujuan dari Bahan Ajar ini adalah siswa mampu menguasai konsep, hukum, prinsip, dan mampu menganalisis materi fluida dinamis serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

PETA KONSEP

FLUIDA DINAMIS

Persamaan
Kontinuitas

Hukum Bernoulli

Luas
Penampang

Kecepatan
Massa Jenis

Tekanan
Fluida

Ketinggian
Fluida

Aplikasi Hukum
Bernoulli

Teori Torricelli

Venturimeter

Tabung Pitot

Alat Penyemprot

Gaya Angkat Sayap
Pesawat

FLUIDA DINAMIS


Pernakkah kalian memperhatikan gerakan ombak pada air laut?? Seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gerakan ombak tersebut menunjukkan adanya fenomena fluida dinamis. Tahukah kamu bahwa fenomena mengenai fluida dinamis juga terdapat di Qur'an Surah al-Furqan ayat 48 yang bunyinya

Gambar 1. gerakan ombak pada air laut

<https://www.pemburuombak.com/belajar-surfing/ocean-and-waves/item/55-ombak>



وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا

Artinya : Dan Dialah yang meniupkan angin (sebagai) pembawa kabar gembira sebelum kedatangan rahmat-Nya (hujan); dan Kami turunkan dari langit air yang sangat bersih (QS al -Furqan : 48)

Fenomena terjadinya angin dan turunnya air hujan yang terdapat pada QS al - Furqan : 48 merupakan contoh penerapan dari fluida dinamis. Lalu, apa sih yang dimaksud dengan fluida dinamis? Iyaps, fluida dinamis adalah fluida yang bergerak. Fluida ini dapat berupa air atau angin. Sangatlah sulit untuk mengkaji fluida yang bergerak dalam kehidupan sehari-hari, sehingga kita dapat menganggap fluida dinamis sebagai fluida ideal. Lalu apa yang dimaksud dengan fluida ideal?? Untuk lebih jelasnya simak penjelasan berikut!!

Apa sih fluida ideal itu ??



Fluida ideal merupakan fluida yang memenuhi beberapa sifat, berikut sifat dari fluida ideal



Sifat-Sifat Fluida Ideal

1. *Inkompresibel* (tidak termampatkan)

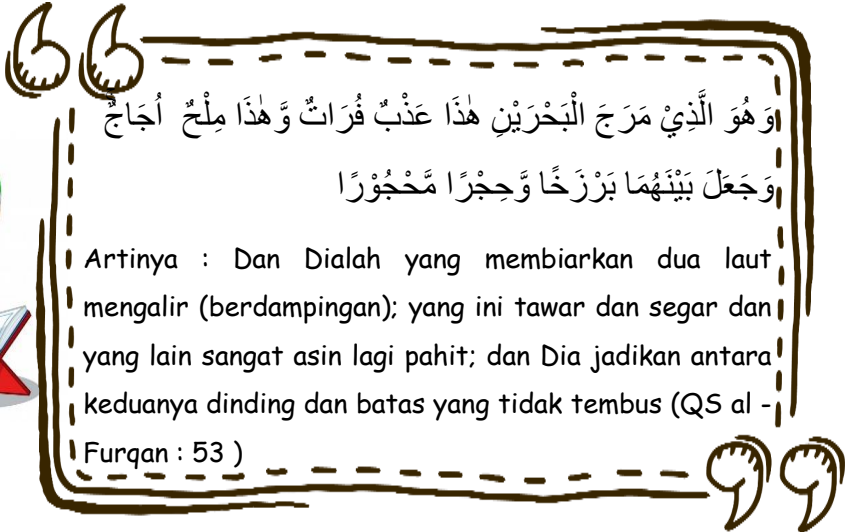
Massa jenis fluida tidak bergantung pada tekanan. Dimana volume atau massa jenis fluida tidak berubah jika di tekan.

2. *Irotasional* (tidak berotasi)

Aliran dikatakan *irrotasional* jika benda uji diletakkan pada aliran tersebut dan tidak mengalami perputaran melalui pusat massanya sendiri.

3. *Steady* (alirannya tunak)

Aliran tunak terjadi jika fluida mengalir dengan kecepatan rendah. Kecepatan fluida yang bergerak pada setiap titik tidak berubah setiap waktu. Hal ini juga dijelaskan dalam QS al- Furqan : 53 dimana terdapat dua laut dengan rasa air yang berbeda yaitu laut dengan rasa tawar dan laut dengan rasa asin, dimana mereka tidak akan pernah tercampur hal ini karena adanya sifat fluida yang bergerak tetap setiap waktu. Berikut ayat QS al - Furqan : 53



Wah keren ya, kedua air tersebut tidak dapat tercampur, Subhanallah Maha Agung Allah.

Selanjutnya kita akan membahas sifat ke - 4 dari fluida ideal, apa sih sifat fluida ideal selanjutnya? Yaps betul sifat fluida ideal selanjutnya yaitu tidak adanya viskositas.

4. Viskositasnya nol (tidak mengalami hambatan ketika bergerak)

Viskositas suatu fluida adalah suatu ukuran berapa resistif fluida mengalir. Benda yang bergerak melalui fluida yang viskositasnya nol tidak akan mengalami gaya hambat.

Nah, sekarang kalian tahu bahwa yang akan kita pelajari adalah fluida yang memiliki 4 sifat diatas. OK, selanjutnya kita akan membahas penerapan fluida dinamis pada persamaan kontinuitas. Apa sih persamaan kontinuitas itu ??!



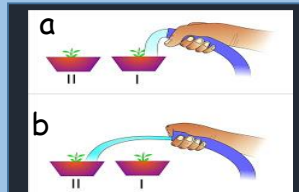
Persamaan Kontinuitas

Yuk Cari Tahu

Pernahkah kalian menyiram tanaman menggunakan selang? Apa yang terjadi jika lubang selang ditekan (luas penampang dipersempit)?



Gambar 2 ketika lubang selang di tekan
<https://pahamify.com/blog/artikel/memahami-fluida-dinamis-dan-hukum-hukumnya/>



Gambar 3. a ketika selang terbuka penuh, gambar 3.b ketika selang di tutup sebagian
<http://a-ayobelajar-z.blogspot.com/2015/08/fisika-dalam-menyemprot-tanaman.html>

Ternyata kecepatan air yang keluar dari selang yang lubangnya diperkecil, jangkauan pancaran air menjadi lebih jauh daripada ketika kita membiarkan air keluar tanpa memperkecil ujung lubang selang. Peristiwa tersebut merupakan salah satu penerapan dari persamaan kontinuitas.

Yuk, kita memahami lebih lanjut mengenai persamaan kontinuitas!

Ingat Ya Kawan!!



Gambar 4. anak sedang bermain air
<http://sbkkerenabis.blogspot.com/2021/03/selasa-02-maret-2021-perkembangan.html>

Air merupakan sumber energi yang utama untuk keberlangsungan hidup. Kita tidak boleh menyia-nyiakan air bersih karena itu merupakan sifat yang mubazir.

Perlu kalian ketahui ya, bahwa perbuatan mubazir adalah perbuatan setan. Jadi mulai dari sekarang mari kita membiasakan diri untuk selalu hidup hemat, okkeeyy. Ditunggu aksi nyata dari kalian!!

Berbicara tentang air, disini akan dijelaskan mengenai intensitas air hujan yang diturunkan di bumi. Coba perhatikan penggalan ayat Al- Qur'an di bawah ini!



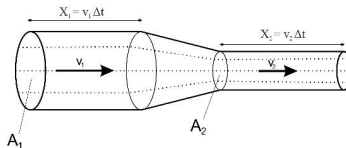
أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَالَتْ أَوْدِيَةٌ بِقَدَرِهَا فَاحْتَمَلَ السَّيْلُ
زَبَدًا رَابِيًا

Artinya: Allah telah menurunkan air (hujan) dari langit, maka mengalirlah air di lembah-lembah menurut ukurannya, maka arus itu membawa buih yang mengambang (QS ar - Ra'd : 17)



Q.S ar - Ra'd ayat 17 di atas menceritakan bahwa air hujan yang di turunkan oleh Allah dari langit akan memenuhi lembah sesuai ukuran luasnya. Lembah yang memiliki ukuran yang luas akan memuat banyak air dan lembah yang memiliki ukuran yang lebih kecil akan memuat air yang lebih sedikit.

Selanjutnya kita akan membahas persamaan kontinuitas lebih detail. Coba perhatikan gambar berikut!!



Gambar 5 pipa dengan dua luas penampang yang berbeda

Pada gambar di atas fluida mengalir dari mulut tabung sebelah kiri menuju arah kanan dengan kecepatan v_1 dan kecepatan v_2 di ruas ujung kanan. Tabung tersebut memiliki luas penampang A_1 di ujung kiri dan A_2 di ujung kanan. Jika kecepatan fluida konstan maka dalam interval waktu Δt fluida telah menempuh jarak $\Delta x_1 = v_1 \cdot \Delta t$.

Pada ruas ujung kiri massanya adalah

$$\Delta m_1 = \rho_1 A_1 \Delta x_1 = \rho_1 A_1 v_1 \Delta t$$

Demikian juga untuk fluida pada ruas ujung kanan massanya adalah

$$\Delta m_2 = \rho_2 A_2 \Delta x_2 = \rho_2 A_2 v_2 \Delta t$$

Karena alirannya tunak dan massanya tetap disetiap titik, maka massa yang masuk penampang A_1 harus sama dengan massa yang masuk penampang A_2 .

$$\Delta m_1 = \Delta m_2$$

$$\rho_1 A_1 v_1 \Delta t = \rho_2 A_2 v_2 \Delta t$$

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2 \dots \dots \dots (1)$$

Persamaan di atas merupakan persamaan kontinuitas seperti yang telah diketahui bahwa fluida yang kita bahas mempunyai sifat inkompresibel (massa jenisnya tidak berubah) sehingga persamaan maka persamaan (1) menjadi :

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Persamaan di atas dapat dituliskan bahwa: "Perkalian luas penampang dan kecepatan fluida pada setiap titik sepanjang suatu tabung air adalah konstan (ruas kanan dan ruas kiri jika dijumlahkan sama dengan nol)". Selanjutnya, hasil perkalian antara luas penampang (A) dengan kecepatan (v) yang ada pada persamaan kontinuitas di kenal dengan istilah **debit (Q)**. Debit juga dapat di definisikan "perubahan volume fluida per satuan waktu dalam suatu tabung". Sehingga dapat dituliskan seperti berikut

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

Volume merupakan luas penampang dikali dengan jarak tempuh suatu tabung, maka dapat dituliskan

$$Q = \frac{A \Delta x}{\Delta t}$$

$\frac{\Delta x}{\Delta t}$ merupakan persamaan dari v , sehingga dapat dituliskan

$$Q = A \cdot v$$

MARI BERLATIH

Sebuah pipa dengan ukuran diameter 13 mm digunakan untuk mengalirkan air bersih PDAM. Banyaknya air yang mengalir melalui pipa tersebut adalah 16 dm^3 selama 1 menit. Berapakah kecepatan rata-rata aliran pada pipa tersebut?

Jawab:

Diketahui:

$$d = 13 \text{ mm} = 13 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$V = 16 \text{ dm}^3 = 16 \times 10^{-3} \text{ m}^3,$$

$$t = 60 \text{ s}$$

Ditanya : v ?

$$\text{Jawab : } \frac{\Delta V}{\Delta t} = v A$$

$$\frac{16 \times 10^{-3}}{60} = v \pi r^2 \Rightarrow \frac{16 \times 10^{-3}}{60} = v \cdot 3,14 \cdot (6,5 \times 10^{-3})^2$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

Coba Cari Tahu

Pernahkah kalian menyusuri sungai menggunakan perahu? Mengapa aliran air akan terasa deras jika melewati sungai dengan kedalaman yang sama, namun lebarnya semakin menyempit? Coba sebutkan pengaplikasian persamaan kontinuitas dalam kehidupan sehari-hari!!



Gambar 6 kedua anak sedang menyusuri sungai

https://www.youtube.com/watch?v=B5BiHpBgng&list=PL_BvOIu0q-_jsW2N2djLdPVNyvyFBQQx&index=84

Hukum Bernoulli

Yuk Cari Tahu

Masih ingatkah kalian dengan peristiwa banjir bandang yang terjadi di NTT pada tanggal 4 April 2021 ?? Banyak rumah warga hanyut dan membuat jembatan penghubung putus yang disebabkan peristiwa tersebut. Mengapa aliran air tersebut dapat merusak bangunan besar?



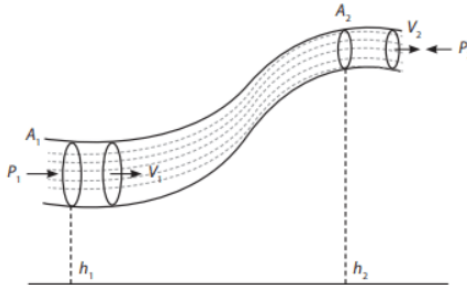
Gambar 7 keadaan setelah banjir bandang
<https://www.wartaekonomi.co.id/read335334/dahsyatnya-banjir-bandang-di-ntt-rumah-hanyut-dan-puluhan-orang-tewas>

Ternyata hal ini dapat terjadi karena pada aliran air yang bergerak menimbulkan gaya tekan terhadap benda yang dilaluinya sehingga air dapat merusak bangunan besar yang di laluinya.

Adanya tekanan yang sangat besar dari air ternyata dapat mengakibatkan kerusakan parah pada bangunan. Sekarang apa sih hubungan antara tekanan dengan Hukum Bernoulli?? Untuk lebih detailnya simak penjelasan berikut!!

Hukum Bernoulli adalah hukum tentang energi mekanik yang diterapkan pada fluida bergerak. Pada Hukum Bernoulli menjelaskan hubungan antara **tekanan, laju aliran, dan ketinggian aliran.**

Perhatikan gambar berikut!!



Gambar 8 skema penerapan hukum brnroulli
<https://www.quipper.com/id/blog/mapel/fisika/bela-jar-fluida-ingat-hukum-bernoulli/>

Berikut ditunjukkan skema penurunan rumus Hukum Bernoulli. Untuk mencari Persamaan Bernoulli akan ditinjau dari 2 keadaan.

Pada keadaan 1 kita anggap luas penampang sebagai A_1 , ketebalan elemen pipa sebagai Δx_1 , volume elemen fluida $\Delta V = A_1 \Delta x_1$, massa elemen fluida: $\Delta m = \rho \Delta V$, dan laju elemen sebagai v_1 . Sehingga dapat dituliskan energi kinetik elemen: $K_1 = \frac{1}{2} \Delta m v_1^2 = \frac{1}{2} \rho \Delta V v_1^2$, energi potensial elemen: $U_1 = \Delta m g h_1 = \rho \Delta V g h_1$, energi mekanik elemen: $EM_1 = K_1 + U_1 = \frac{1}{2} \rho \Delta V v_1^2 + \rho \Delta V g h_1$.

Pada keadaan 2 kita anggap luas penampang sebagai A_2 , ketebalan elemen pipa sebagai Δx_2 , volume elemen fluida $\Delta V = A_2 \Delta x_2$, massa elemen fluida: $\Delta m = \rho \Delta V$, dan laju elemen sebagai v_2 .

Hasil persamaan tersebut dapat dituliskan energi kinetik elemen: K_2
 $= \frac{1}{2}\Delta m v_2^2 = \frac{1}{2}\rho\Delta V v_2^2$, energi potensial elemen: $U_2 = \Delta m g h_2$
 $= \rho\Delta V g h_2$, energi mekanik elemen: $EM_2 = K_2 + U_2 = \frac{1}{2}\rho\Delta V v_2^2$
 $+ \rho\Delta V g h_2$.

Elemen pada keadaan 1 dikenai gaya $F_1 = P_1 A_1$ dan berpindah sejauh Δx_1 searah gaya. Usaha total yang dilakukan gaya tersebut adalah:

$$W_1 = F_1 \Delta x_1 = P_1 A_1 \Delta x_1 = P_1 \Delta V$$

Elemen pada keadaan 2 dikenai gaya $F_2 = P_2 A_2$ dan berpindah sejauh Δx_2 dalam arah berlawanan gaya.

Dengan demikian, usaha yang dilakukan gaya tersebut adalah

$$W_2 = -F_2 \Delta x_2 = -P_2 A_2 \Delta x_2 = -P_2 \Delta V$$

Usaha total yang bekerja pada elemen fluida adalah

$$W = W_1 + W_2 = P_1 \Delta V - P_2 \Delta V = (P_1 - P_2) \Delta V \quad (2)$$

Selama bergerak dari keadaan 1 ke keadaan 2, elemen fluida mengalami perubahan energi mekanik

$$\Delta EM = EM_2 - EM_1$$

$$\Delta EM = \left(\frac{1}{2}\rho\Delta V v_2^2 + \rho\Delta V g h_2 \right) - \left(\frac{1}{2}\rho\Delta V v_1^2 + \rho\Delta V g h_1 \right) \quad (3)$$

Berdasarkan prinsip usaha dapat dituliskan bahwa usaha sama dengan perubahan energi mekanik benda. Dengan menggunakan persamaan (2) dan (3) kita dapatkan

$$W = \Delta EM$$

$$(P_1 - P_2)\Delta V = \left(\frac{1}{2}\rho\Delta V v_2^2 + \rho\Delta V g h_2\right) - \left(\frac{1}{2}\rho\Delta V v_1^2 + \rho\Delta V g h_1\right)$$

Hilangkan ΔV pada ke dua ruas persamaan

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2 - \rho g h_1$$

Dari persamaan diatas bisa disusun ulang menjadi

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Persamaan diatas dikenal dengan **Hukum Bernoulli**.

Atau sering ditulis

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = \text{konstan}$$

Keterangan:

P : tekanan (Pa)

g : percepatan gravitasi ($\frac{m}{s^2}$)

ρ : massa jenis ($\frac{kg}{m^3}$)

h : ketinggian (m)

Pada hukum Bernoulli yang ditunjukkan pada persamaan di atas, membuktikan bahwa jika kecepatan fluida tinggi, maka tekanan rendah, jika kecepatan fluida rendah maka tekanan tinggi. Hal ini akan menjadi menarik jika dikaitkan dengan pergerakan angin.



Gambar 9

Angin yang menerbangkan bunga
<http://kitalagini.blogspot.com/2018/09/angin-di-penghujung-september.html>

Angin akan mengalir dari tempat yang bertekanan tinggi ke tempat yang bertekanan rendah. Saat berada ditempat yang semakin tinggi, maka semakin sulit memperoleh udara untuk bernafas sehingga mengakibatkan sesak napas.

Ternyata, hal ini senada dengan apa yang diterangkan oleh Allah di dalam Q.S. Al-An'am ayat 125



وَمَنْ يُرِدْ أَنْ يُضِلَّهُ يَجْعَلْ صَدْرَهُ ضَيِّقًا حَرَجًا كَأَنَّمَا يَصَّعَّدُ

فِي السَّمَاءِ

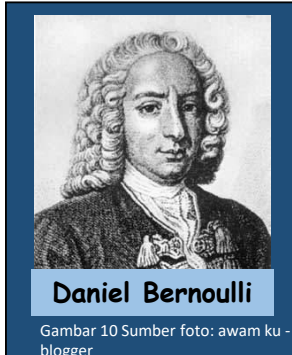
Dan barangsiapa yang dikehendaki Allah kesesatannya, niscaya Allah menjadikan dadanya sesak lagi sempit, seolah-olah ia sedang mendaki langit (QS Al-An'am:

125)



Berdasarkan ayat di atas, Allah telah memberikan isyarat bahwa mendaki langit menyebabkan dada menjadi sesak. Seseorang yang pernah mendaki gunung pasti memiliki pengalaman merasakan sulit bernapas untuk beberapa saat terutama pada malam hari. Hal ini diakibatkan karena kurangnya oksigen dalam tubuh, sehingga pertukaran udara menjadi terganggu.

Tahukah Kamu



Daniel Bernoulli adalah seorang matematikawan dan fisikawan berasal dari Swiss. Daniel Bernoulli adalah anak dari Johann Bernoulli, lahir pada 8 Februari 1700 di Groningen, Republik Belanda. Salah satu pemikirannya yang penting dalam dunia fisika adalah persamaan bernoulli pada tabung arus yang digunakan untuk pengukuran kecepatan aliran karena tekanan.

Berbekal keahliannya dalam matematika Daniel Bernoulli menemukan cara mengukur tekanan darah dan disitulah awal mula teori hidrodinamika.

Karya Daniel Bernoulli mencakup kalkulus, persamaan diferensial, teori tentang getaran dawai. Daniel juga mendapat penghargaan dari Akademi Perancis sebanyak 10 kali.

sumber:<https://blogpenemu.blogspot.com/2014/06/daniel-bernoulli-penemu-hukum-bernoulli.html>

APLIKASI HUKUM BERNOULLI



Gambar 11 pesawat mengudara
Indonesiatimur.co

Pernahkah kalian memperhatikan pesawat terbang??

Pernahkan kalian berpikir bagaimana pesawat dapat terbang mengudara dengan mengangkut ratusan orang? Hal ini dapat terjadi karena adanya penerapan Hukum Bernoulli pada gaya angkat sayap pesawat. Hmm...ternyata besar ya pengaruh bagi kehidupan dalam memanfaatkan penerapan Hukum Bernoulli. Kira-kira apa yang terjadi ya jika tidak ada pesawat?? Pasti kita bingung jika akan berpergian ke tempat yang jaraknya jauh dari tempat tinggal kita, apalagi jika kita mau melaksanakan rukun Islam yang ke lima yaitu ibadah haji ke Baitullah, pasti membutuhkan waktu berbulan - bulan untuk sampai jika tidak ada pesawat. Selain gaya angkat sayap pesawat, ternyata masih ada banyak lagi lho penerapan Hukum Bernoulli dalam kehidupan, untuk lebih jelasnya simak penjelasan berikut!!



Tabung Torricelli

Selain gaya angkat pada sayap pesawat, Tabung Torricelli merupakan salah satu penerapan dari Hukum Bernoulli, sekarang mari kita pelajari apa sih Tabung Torricelli itu??

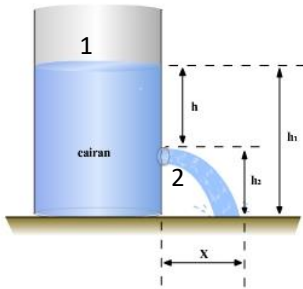
Sebelum membahas mengenai Tabung Torricelli, coba perhatikan gambar di bawah ini!!



Gambar 12 mencuci kaki di padasan
<https://siedoo.com/berita-30033-lewat-padasa-nenek-moyang-telah-ajarkan-kebersihan-diri/>

Gambar di atas menunjukkan seorang anak yang sedang mencuci kakinya menggunakan padasan. Apa sih padasan itu?? Padasan merupakan gentong besar bearsal dari tanah liat yang diberi lubang pada bagian depan untuk jalan keluar air. Benda ini dapat kita temukan pada masyarakat Jawa yang biasa diletakkan di depan rumah dan digunakan untuk mencuci tangan setelah berpergian. Terkadang pemiliknya juga melengkapinya dengan gayung dari batok kelapa atau "siwur" (dalam bahasa Jawa). Padasan biasa digunakan berwudhu bagi orang Islam untuk menjalankan ibadah.

Padasan merupakan salah satu penerapan pada Teori Torricelli.



Gambar 13 Tabung Torricelli
<https://docplayer.info/59091517-Pengembangan-media-pembelajaran-kartu-misteri-untuk-mencapai-ketuntasan-hasil-belajar-peserta-didik-pada-materi-fluida-dinamis-skripsi.html>

Perhatikan gambar di atas!

Sebuah tangki besar mempunyai lubang kecil pada jarak h dari permukaan air seperti pada gambar di atas. Lubang tersebut menyebabkan air keluar secara terus-menerus sehingga permukaan air semakin menurun. Kecepatan air di titik 1 dapat diabaikan karena diameter tangki jauh lebih besar dibandingkan dengan lubang tangki. Dikarenakan di titik 1 dan 2 langsung berhubungan dengan atmosfer, maka tekanan di titik 1 dan titik 2 sama dengan tekanan atmosfer. Sehingga secara matematis dengan menggunakan Hukum Bernoulli dapat di tuliskan persamaan sebagai berikut

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$\rho g h_1 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$g h_1 = \frac{1}{2} v_2^2 + g h_2$$

$$g h_1 = \frac{1}{2} v_2^2 + g(h_1 - h)$$

$$g h_1 = \frac{1}{2} v_2^2 + g h_1 - g h$$

$$v_2 = \sqrt{2gh}$$

v_2 merupakan kecepatan di titik 2, g merupakan percepatan gravitasi. Kita juga dapat mengetahui waktu jatuh fluida melalui persamaan GLBB sebagai berikut

$$h_2 = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$h_2 = \frac{1}{2} g t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2 h_2}{g}}$$

Dengan h merupakan ketinggian dengan satuan meter dan t merupakan waktu tempuh dengan satuan sekon.

Adapun jarak jatuh fluida (x) di ukur dari titik proyeksi lubang air dan dihitung dengan menggunakan persamaan gerak lurus beraturan, yaitu:

$$x = v t$$

$$x = \sqrt{2gh} \cdot \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$$

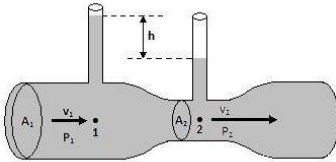
$$x = 2 \sqrt{h h_2}$$

Namun tidak semua tangki bocor dapat diukur menggunakan persamaan Torricelli. Berdasarkan formula di atas, ada beberapa syarat berlakunya persamaan Torricelli yaitu:

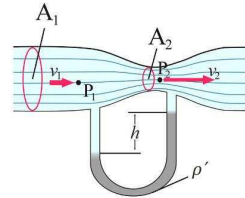
1. Tangki dalam keadaan terbuka.
2. Lubang kebocoran sangat kecil terhadap luas penampang tangki.
3. Ketinggian permukaan air dalam tangki besar harus selalu sama.

Venturimeter

Selanjutnya kita akan membahas aplikasi Hukum Bernoulli yang lain yaitu venturimeter. Coba perhatikan gambar di bawah ini!!



Gambar 14 venturimeter tanpa manometer
<https://www.sman1pangururan.sch.id/index.php?id=artikel&kode=116>



Gambar 15 venturimeter dengan manometer
<https://ahmadjihad9.wordpress.com/2020/03/06/82/>

Gambar di atas merupakan contoh gambar venturimeter.

Venturimeter merupakan alat yang terpasang pada sebuah pipa dan berfungsi untuk mengukur laju aliran fluida. Venturimeter biasanya digunakan untuk mengukur laju aliran minyak pada pipa.

Venturimeter dibagi menjadi dua jenis yaitu venturimeter dengan manometer dan venturimeter tanpa manometer. Perbedaan antara venturimeter dengan manometer dan venturimeter tanpa manometer adalah pada venturimeter dengan manometer bisa digunakan untuk menentukan laju aliran gas pada pipa.

Pada gambar di atas menunjukkan suatu fluida mengalir dari pipa yang luas penampang A_1 menuju pipa dengan luas penampang lebih sempit A_2 .

a. Venturimeter tanpa manometer

Dengan menggunakan Hukum Bernoulli dapat dituliskan sebagai berikut

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

Karena ketinggian h_1 dan h_2 dari permukaan tanah sama maka dapat dituliskan sebagai berikut

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

kemudian kita tinjau tekanan hidrostatis pada bagian pipa kapiler yang terhubung dengan penampang 1 dan penampang 2, sehingga didapatkan

$$P_1 = P_0 + \rho gh_1 \quad \text{dan} \quad P_2 = P_0 + \rho gh_2$$

$$P_0 + \rho gh_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_0 + \rho gh_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

Karena P_0 sama di kedua sisi maka dapat ditulis

$$\rho gh_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = \rho gh_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

Kemudian dapat dikelompokkan menjadi

$$\rho gh_1 - \rho gh_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2$$

$$\rho g(h_1 - h_2) = \frac{1}{2}\rho (v_2^2 - v_1^2)$$

$h_1 - h_2 = h$ merupakan selisih ketinggian zat cair pipa kapiler yang terhubung pada penampang 1 dan penampang 2.

Kemudian hilangkan ρ pada ke dua sisi, sehingga dapat dituliskan

$$gh = \frac{1}{2} (v_2^2 - v_1^2)$$

Dengan menggunakan persamaan kontinuitas

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2}$$

Maka v_2 dapat disubstitusikan menggunakan persamaan kontinuitas di atas

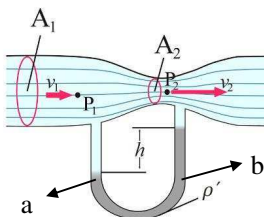
$$gh = \frac{1}{2} \left(\left(\frac{A_1 v_1}{A_2} \right)^2 - v_1^2 \right)$$

$$2gh = \left(\left(\frac{A_1 v_1}{A_2} \right)^2 - v_1^2 \right)$$

$$2gh = (v_1^2) \left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 - 1$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2gh}{\left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 - 1}}$$

b. Venturimeter dengan manometer



Gambar 16 venturimeter dengan monometer
<https://ahmadjihad9.wordpress.com/2020/03/06/82/>

Dengan menggunakan Hukum Bernoulli dapat dituliskan sebagai berikut

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho gh_2$$

Ketinggian h_1 dan h_2 dari permukaan tanah sama maka dapat dituliskan

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2, \text{ sehingga dapat dikelompokkan}$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$$

ρ pada persamaan di atas dapat dituliskan $\rho_{\text{zat cair}}$

Jika tekanan pada titik a = b, maka dapat dituliskan

$$P_a = P_b$$

kemudian kita tinjau tekanan hidrostatik pada bagian pipa kapiler yang terhubung dengan penampang 1 dan penampang 2, jika pipa kapiler bagian b diisi raksa maka dapat dituliskan

$$P_1 + \rho_{\text{zat cair}}gh_1 = P_2 + \rho_{\text{raksa}}gh_2$$

Kemudian dapat di kelompokkan menjadi

$$P_1 - P_2 = \rho_{\text{raksa}}gh_2 - \rho_{\text{zat cair}}gh_1$$

$h_1 - h_2 = h$ merupakan selisih ketinggian zat cair pipa kapiler yang terhubung pada penampang 1 dan penampang 2.

Sehingga dapat dituliskan

$$P_1 - P_2 = (\rho_{\text{raksa}} - \rho_{\text{zat cair}})gh$$

Kemudian substitusikan persamaan $P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$

Pada persamaan $P_1 - P_2 = (\rho_{\text{raksa}} - \rho_{\text{zat cair}})gh$

Sehingga dapat dituliskan

$$\frac{1}{2}\rho_{\text{zat cair}}(v_2^2 - v_1^2) = (\rho_{\text{raksa}} - \rho_{\text{zat cair}})gh$$

$$v_1^2 = \frac{2(\rho_{\text{raksa}} - \rho_{\text{zat cair}})gh + v_2^2}{\rho_{\text{zat cair}}}$$

Dengan menggunakan persamaan kontinuitas

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2}$$

Maka, v_2 dapat disubstitusikan menggunakan persamaan kontinuitas di atas

$$v_1^2 = \frac{2(\rho_{\text{raksa}} - \rho_{\text{zat cair}})gh + \left(\frac{A_1 v_1}{A_2}\right)^2}{\rho_{\text{zat cair}}}$$

$$(v_1^2) \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1 = \frac{2(\rho_{\text{raksa}} - \rho_{\text{zat cair}})gh}{\rho_{\text{zat cair}}}$$

$$\text{Jika } \frac{\rho_{\text{raksa}} - \rho_{\text{zat cair}}}{\rho_{\text{zat cair}}} = \frac{\rho_{\text{raksa}}}{\rho_{\text{zat cair}}} - 1$$

Jika $\left(\frac{\rho_{\text{raksa}}}{\rho_{\text{zat cair}}} - 1\right)$ dimisalkan dengan k maka dapat ditulis

$$(v_1^2) \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1 = 2kgh$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2kgh}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}}$$

Ternyata seperti itu ya perbedaan venturimeter dengan manometer dan veturimeter tanpa manometer



Tabung Pitot

Yuk Cari Tahu

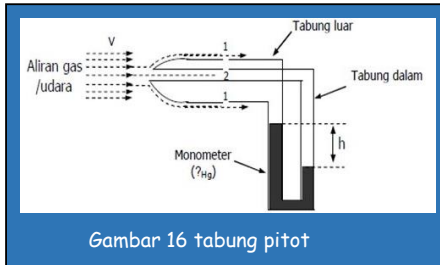


Gambar 17 Terowongan angin NASA

Terowongan angin adalah sebuah alat yang digunakan dalam penelitian untuk mempelajari efek dari udara yang bergerak melewati benda padat. Terowongan angin digunakan untuk mengukur kecepatan dan tekanan udara. Sebuah terowongan angin terdiri atas bagian turbular dengan objek yang diuji dipasang di tengah. Udara digerakkan melewati objek dengan sistem kipas atau sistem lain yang kuat. Terowongan angin pertama diciptakan menjelang akhir abad ke-19. Pengujian terowongan angin juga diterapkan pada mobil yang digunakan untuk mengurangi daya yang diperlukan untuk menggerakkan kendaraan di jalan raya pada kecepatan tertentu.

Sumber: https://id.wikipedia.org/wiki/Terowongan_angin

Coba Perhatikan gambar di bawah ini! Gambar di bawah merupakan gambar tabung pitot



Gambar 16 tabung pitot

Tabung pitot berfungsi untuk mengukur kelajuan gas dalam sebuah pipa. Pada gambar tampak bahwa tabung pitot terdiri dari dua tabung, yaitu tabung luar (tabung statis) dan tabung dalam (tabung pitot). Adanya perbedaan tekanan pada kaki manometer menyebabkan timbulnya perbedaan ketinggian fluida sebesar h . Jika massa jenis fluida ρ' , maka secara matematis dapat dituliskan menggunakan hukum Bernoulli sebagai berikut

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Karena $v_1 = 0$ dan tinggi titik 1 dan titik 2 dianggap sama maka dapat dituliskan

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho}}$$

Dengan menggunakan persamaan hidrostatis $P_1 - P_2 = \rho gh$, maka dapat di tuliskan

$$v_2 = \sqrt{\frac{2 \rho' gh}{\rho}}$$

Keterangan:

ρ' : massa jenis fluida dalam manometer (kg/m^3)

ρ : massa jenis gas (kg/m^3)

Tahukah Kamu



Gambar 18 Henri pitot
<http://profmikra.org/?p=2465>

Henri Pitot lahir pada 3 Mei 1695 di Aramon, Gard, France.

Dia adalah seorang insinyur hidrolis Prancis dan penemu Tabung Pitot. Ketinggian kolom fluida dalam Tabung Pitot sebanding dengan kuadrat kecepatan fluida di kedalaman saluran masuk ke tabung pitot. Hubungan ini ditemukan oleh Henri Pitot pada tahun 1732, ketika Dia ditugaskan untuk mengukur aliran di Sungai Seine.

Memulai karirnya sebagai ahli matematika dan astronom, Pitot memenangkan pemilihan di Akademi Ilmu Pengetahuan pada tahun 1724.. Dia merancang tabung, dengan bukaan yang menghadap ke aliran, yang memberikan pengukuran kecepatan aliran yang nyaman dan cukup akurat. Pekerjaan utamanya adalah membangun saluran air untuk kota Montpellier (1753-1986).

Sumber: <https://www.tipoflight.my.id/2020/05/penemu-pitot-tube-pitot-static-sistem.html?m=1>

Alat Penyemprot



Gambar 19 alat penyemprot

Ketika menekan tombol penyemprot parfum ke bawah, balon karet berisi udara akan tertekan dan akan meniupkan udara ke arah lubang atas melalui sebuah sedotan kecil yang memanjang ke bawah. Semburan udara yang bergerak cepat akan menurunkan tekanan di bagian atas lubang sedotan. Tekanan udara di dalam botol akan menekan cairan naik ke atas melalui sedotan kecil. Cairan parfum yang naik ke atas akan ditiup oleh semburan udara sehingga akan terlihat seperti kabut halus.

Ingat Ya Kawan!!



Gambar 20 semprotan parfum

Parfum merupakan salah satu penyumbang terbesar dalam peristiwa pemanasan global. Adapun gas yang terkandung di dalam parfum yaitu CFC (Chlorofluorocarbon) atau Freon. Gas ini memiliki kemampuan 10.000 kali lebih efektif dibanding CO_2 dalam menangkap panas, sehingga dapat mempengaruhi peningkatan suhu bumi. Penggunaan CFC berlebihan juga dapat menghasilkan *Klorin Monoksida* (ClO), yang berperan dalam penipisan lapisan Ozon (O_3). Menurut laporan organisasi dunia, lapisan Ozon menipis hingga 20% sejak bulan Januari 2008. Lubang Ozon yang terdapat di pantai Timur Kutub Selatan sudah mencapai 27.000.000 km^2 pada tahun 2007.

Untuk mengurangi bahaya yang ditimbulkan gas yang berada di dalam parfum, gunakanlah parfum semprot secukupnya dan lebih baik lagi jika kita menggunakan parfum oles.

Ditunggu aksi nyata kalian!!

<https://sahabatairmanesa.wordpress.com/2012/03/27/dampak-penggunaan-parfum-semprot-aerosol/>

Gaya Angkat Sayap Pesawat

Coba perhatikan penggalan surat Al - Quran di bawah ini!



أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الطَّيْرِ فَوْقَهُمْ صَفَّتْ وَيَقْبِضُنَّ مَا يُمْسِكُهُنَّ إِلَّا
الرَّحْمَنُ إِنَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ بَصِيرٌ

Artinya: Tidakkah mereka memperhatikan burung-burung yang mengembangkan dan mengatupkan sayapnya di atas mereka? Tidak ada yang menahannya (di udara) selain Yang Maha Pengasih. Sungguh, Dia Maha Melihat segala sesuatu (QS al - Mulk : 19)

Jika dipahami secara seksama, ayat di atas menjelaskan bagaimana cara burung menggunakan sayapnya untuk terbang, mereka mengepakkan sayap untuk bisa tetap melayang di udara. Sayapnya berbentuk melengkung seperti sendok terbalik. Bentuk ini membuat burung bisa terbang ke atas, ke bawah, dan membantu burung tetap bisa di udara. Lalu apa hubungannya dengan prinsip kerja gaya angkat pada sayap pesawat secara fisika? untuk lebih jelasnya simak penjelasan berikut!

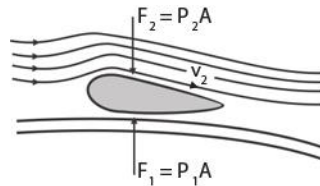
Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 21 pesawat terbang
<http://pendoposains.blogspot.com/201/>

Prinsip pada gaya angkat sayap pesawat yaitu adanya perbedaan tekanan udara di atas sayap pesawat dan di bawah sayap pesawat. Tahukah kamu bahwa Penampang sayap pesawat memiliki bagian belakang yang lebih tajam dan sisi bagian atasnya lebih melengkung daripada sisi bagian bawahnya? Hal ini didesain agar kecepatan aliran udara bagian atas sayap v_2 lebih besar daripada di bagian bawah v_1 , sehingga tekanan udara di bawah sayap P_1 lebih besar daripada di atas sayap P_2 sehingga mengakibatkan gaya angkat pada sayap pesawat.

Ketika terbang di udara kecepatan udara di atas sayap pesawat lebih besar dan tekanan udara lebih kecil sehingga mengakibatkan kecepatan udara di bawah sayap pesawat lebih kecil dan tekanan udaranya lebih besar.



Gambar 22 aliran laminar
<http://teamhannamy.blogspot.com/2020/08/18-contoh-soal-asas-bernoulli-tangki.html>

Ketika pesawat sedang mengudara akan membentuk aliran laminar seperti gambar di atas. Aliran laminar adalah aliran yang kecepatannya konstan, selain sayap pesawat ketika terbang, kita dapat menemukan contoh aliran laminar yang lain yaitu pada mobil yang sedang melaju di jalan yang lurus, kecepatan udara yang bergerak di atas mobil membentuk aliran laminar. Selain aliran laminar ada pula aliran turbulen. Aliran turbulen adalah aliran yang membentuk pusaran/ aliran fluida yang partikelnya bergerak secara acak dan kecepatannya tidak konstan. Aliran turbulen dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari seperti aliran air sungai atau selokan yang cukup kencang dan tampak adanya pusaran-pusaran air.

Kemudian dengan menggunakan Hukum Bernoulli, gaya angkat pada sayap pesawat terbang dapat ditentukan sebagai berikut:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

Karena ketinggian sayap bagian atas dan bawah dianggap sama maka dapat dituliskan

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

Dari persamaan sebelumnya dapat dikelompokkan pada ruas kanan dan ruas kiri, sehingga menjadi

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$$

Substitusikan $P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$ pada persamaan

tekaan $P = \frac{F}{A}$ sehingga didapatkan

$$F = (P_1 - P_2)A$$

kemudian didapatkan

$$F = \frac{1}{2}\rho A(v_2^2 - v_1^2)$$

Keterangan:

F : gaya angkat (N)

A : luas penampang pesawat (m^2)

ρ : massa jenis udara ($\frac{kg}{m^3}$)

v_1 : kecepatan aliran udara di bawah sayap pesawat (m/s)

v_2 : kecepatan aliran udara di atas sayap pesawat (m/s)

Yeayy, sekarang aku sudah tahu mengapa pesawat dapat terbang tinggi di angkasa



Ingat Ya Kawan!!



Gambar 23. polusi udara oleh asap pabrik
<https://m.merdeka.com/peristiwa/klh-mukomuko-bakal-cek-kualitas-udara-yang-tercemar-asap-pabrik.html>

Peristiwa aliran turbulen dapat ditemui pada asap pabrik. Asap yang keluar dari cerobong pabrik akan membentuk pusaran/ aliran fluida yang partikelnya bergerak secara acak.

Tahukah kamu asap yang dihasilkan pabrik ternyata dapat mengakibatkan pemanasan global. Dampak terbesar dari terjadinya pemanasan global adalah kesehatan global, cuaca ekstrem, kualitas pangan, pergantian musim yang tidak pasti, dan mencairnya es di daerah kutub.

Selain asap yang dihasilkan pabrik, asap kendaraan bermotor yang mengandung karbondioksida juga mempengaruhi pemanasan global. Hal ini dikarenakan gas karbondioksida membuat panas dari bumi tidak dapat keluar ke angkasa, tetapi membuatnya kembali lagi ke bumi. Hmm... ternyata bahaya juga ya, untuk meminimalisir dari bahaya tersebut, kita bisa mensiasati dengan menggunakan sepeda atau kendaraan umum untuk berpergian.

Ditunggu aksi nyata kalian!!

Mari Berlatih

Berat sebuah pesawat yang mempunyai luas total sayap 20 m^2 adalah 15.000 N . kecepatan aliran udara pada bagian bawah sayap 80 m/s . Berapakah kecepatan aliran udara di bagian atas sayap jika gaya angkat dinamikanya sama dengan berat pesawat tersebut?
(massa jenis udara $1,3 \text{ kg/m}^3$)

Jawab:

Diketahui

$$A = 20 \text{ m}^2$$

$$W = F = 15000 \text{ N}$$

$$v_1 = 80 \text{ m/s}$$

$$\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$$

Ditanya v_2 ?

Jawab

$$F = \frac{1}{2} \rho A (v_2^2 - v_1^2)$$

$$15000 = \frac{1}{2} \rho A (v_2^2 - v_1^2)$$

$$15000 = \frac{1}{2} \cdot 1,3 \cdot 20 (v_2^2 - 80^2)$$

$$15000 = 13 (v_2^2 - 80^2)$$

$$v_2 = 87 \text{ m/s}$$

Coba Cari Tahu



Gambar 24 pesawat akan mendarat
<https://cermin-dunia.github.io/retorika/post/gambar-pesawat-landing/>

Pernahkah kalian melihat pesawat ketika *landing* ?
Bagaimana sistem kerja sayap pesawat ketika pesawat akan mendarat?

Tahukah Kamu



Gambar 25 Abbas ibn Firnas
<https://www.kba.one/news/ibnu-firnas-penemu-pesawat-terbang-pertama/index.html>

Tahukah kamu siapakah penemu konsep pesawat pertama kali? Iyaps penemu konsep pesawat pertama kali adalah ilmuwan Islam yang bernama Abbas Ibn Firnas lahir di Ronda, Spanyol pada tahun 810 M. Beliau menghabiskan masa hidupnya di Cordoba (salah satu pusat belajar dunia muslim waktu itu). Pada 875 Masehi, Beliau menciptakan sebuah pesawat sederhana dengan desain pesawat berbagai kayu, dilengkapi dengan kedua sayap yang dirajut dengan sutra dan bulu-bulu. Beliau memilih Bukit Jabal Al-Arus (Mount of the Bride) untuk penerbangan perdananya, Abbas Ibn Firnas berhasil menerbangkan pesawat kayunya mengudara di langit Cordoba sekitar 10 menit. Beliau wafat pada tahun 887 Masehi.

Sejarawan Barat, Philip K Hitti, mencantumkan nama Abbas Ibn Firnas sebagai salah satu tokoh besar Islam sekaligus manusia pertama dalam sejarah yang melakukan uji coba penerbangan pada buku berjudul *History of the Arabs*.

Sumber: <https://republika.co.id/berita/pnbj6s313/abbas-ibn-firnas-penemu-pesawat-dari-andalusia>

Mari Bereksperimen



Percobaan Torricelli

Tujuan

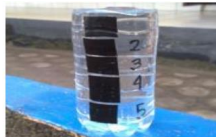
1. Menerapkan Hukum Bernoulli dalam menentukan hubungan ketinggian lubang dengan jarak pancaran air yang keluar
2. Menggunakan prinsip-prinsip Hukum Bernoulli dalam menyelesaikan permasalahan

Alat dan Bahan :

- Botol bekas air minum berukuran 1,5 liter
- Mistar
- Stopwatch
- Penyumbat lubang kebocoran (lakban)
- Air
- Paku berdiameter

Langkah Percobaan

1. Merangkai alat seperti pada gambar.



2. Melakukan variasi terhadap ketinggian untuk mendapat jarak yang bervariasi.

Mari Bereksperimen

3. Selama percobaan berlangsung mengusahakan ketinggian permukaan air di dalam botol selalu tetap dengan memposisikan botol selalu terisi air.
4. Membuka salah satu lubang untuk mengukur jarak mendatar x dengan memposisikan mistar secara horizontal.
5. Mengukur jarak pancaran air yang keluar dari kaki botol.
6. Mencatat hasil pengukuran kedalam tabel pengamatan.

Gambar tabel pengamatan percobaan torricelli

No.	Ketinggian	Jarak

RANGKUMAN

❖ Fluida dinamis (Fluida Bergerak) dianggap sebagai fluida ideal. Adapun sifat-sifat dari fluida ideal yaitu:

1. Inkompresibel (tidak termampatkan)
2. Irotasional (tidak berotasi)
3. Steady (Alirannya tunak)
4. Viskositasnya nol (tidak mengalami hambatan ketika bergerak)

❖ Persamaan kontinuitas menunjukkan bahwa perkalian luas penampang dan kecepatan fluida pada setiap titik sepanjang suatu tabung air adalah konstan

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

❖ Hukum Bernoulli adalah hukum tentang energi mekanik yang diterapkan pada fluida bergerak. Pada Hukum Bernoulli menghubungkan antara **tekanan, laju aliran, dan ketinggian aliran**. Hukum Bernoulli dapat dirumuskan

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

❖ Aplikasi Hukum Bernoulli

1. Tabung Toricelli
2. Venturimeter
3. Tabung Pitot
4. Gaya angkat pada sayap pesawat
5. Alat penyemprot

EVALUASI

1. Sebuah pipa pembuangan limbah pabrik yang berdiameter 114 mm mampu mengalirkan air limbah yang telah ditampung di bak pembuangan sebanyak 250 dm^3 selama 1 menit. Berapakah kecepatan rata-rata aliran limbah tersebut?
2. Pak Doni akan membuat saluran air menuju lantai dua rumahnya. Pipa saluran air pada lantai bawah berdiameter 26 mm dan akan menggunakan pipa berdiameter 22 mm untuk saluran bagian lantai atas, kemudian pipa tersebut disambung menjadi satu. Jika kecepatan air pada penampang besar 2 m/s. Berapakah kecepatan air pada penampang kecil?
3. Darah mengalir dari pembuluh darah yang besar dengan diameter 0,82 mm dan kelajuannya 252 mm/s kedalam pembuluh darah yang memiliki diameter 0,74 mm akibat penebalan dinding arteriosclerosis. Berapakah kelajuan darah di bagian pembuluh yang lebih kecil?
4. Tabung Pitot adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur kelajuan gas. Gas dialirkan ke dalam tabung. Akibat perbedaan tekanan di titik 1 dan titik 2 maka perbedaan tinggi fluida pada manometer adalah 2 cm. Jika fluida tersebut adalah gas karbondioksida (massa jenis $1,98 \text{ kg/m}^3$) dan gas oksigen (massa jenis $1,43 \text{ kg/m}^3$). Berapakah kecepatan aliran fluida pada gas karbondioksida dan gas oksigen tersebut? (Massa jenis udara $0,0013 \text{ gr/cm}^3$)

GLOSARIUM

- ❖ Aerodinamika = salah satu cabang dinamika yang berkenaan dengan kajian pergerakan udara, khususnya ketika udara tersebut berinteraksi dengan benda padat.
- ❖ Energi Kinetik = energi yang dimiliki sebuah benda karena gerakannya.
- ❖ Energi Mekanik = penjumlahan dari energi potensial dan energi kinetik.
- ❖ Energi Potensial = energi yang mempengaruhi benda karena posisi (ketinggian) benda tersebut.
- ❖ Fluida dinamis = fluida yang bergerak.
- ❖ Hidrodinamika = salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari gerak liquid atau gerak fluida cair khususnya gerak air.
- ❖ Inkompresibel = massa jenis fluida tidak bergantung pada tekanan (tidak termampatkan).
- ❖ Irotasional = tidak mengalami perputaran melalui pusat massanya sendiri.
- ❖ Manometer = alat yang digunakan untuk mengukur tekanan pada cairan.

GLOSARIUM

- ❖ Padasan = gentong berisi air yang berlubang kecil biasa diletakkan di depan rumah dan digunakan untuk mencuci tangan atau berwudhu bagi orang islam.
- ❖ Steady = kecepatan fluida yang bergerak pada setiap titik tidak berubah setiap waktu (alirannya tunak).
- ❖ Tabung pitot = alat yang terpasang di pesawat terbang yang digunakan untuk mengukur kelajuan gas dalam sebuah pipa.
- ❖ Terowongan angin = sebuah alat yang digunakan dalam penelitian untuk mempelajari efek dari udara yang bergerak melewati benda padat.
- ❖ Venturimeter = alat yang terpasang pada sebuah pipa dan berfungsi untuk mengukur laju aliran fluida di dalam pipa.
- ❖ Viskositas = kekentalan lapisan fluida ketika lapisan tersebut bergeser sama lain.

INDEKS



A

Abbas Ibn Firnas, 38
Atmosfer, 18

B

Bukit Jabal al -Arus, 38
Berwudhu, 17, 44

C

Cordoba, 38

D

Daniel Bernoulli, 15
Debit, 7

E

Energi kinetic, 11, 12., 43
Energi potensial, 11, 12, 43

G

Groningen, 15

H

Hidrodinamika, 15, 43
Henri Pitot, 28

P

Perancis, 15
Padasan, 17, 44

INDEKS



R

Resistif, 3

S

Swiss, 15

Spanyol, 38

T

Titik proyeksi, 19

Terowongan angin, 25, 44

Turbular, 25

Teori Torricelli, 17

V

Viskositas, 3, 41, 44

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, M. 2016. *Fisika Dasar I*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Surya, Y. 2009. *Mekanika dan Fluida*. Tangerang: PT Kandel.

Paul A, Tipler. 2001. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.

CATATAN

A large light blue rectangular area containing 25 horizontal dashed lines for writing notes.

KUNCI JAWABAN

1. 0,4 m/s
2. 2,8 m/s
3. 309,4 mm/s
4. a. 0,78 m/s
b. 0,66 m/s

science without religion is lame, religion
without science is blind



PENERBIT LAKEISHA

Jl. Jatinom Boyolali,
Srikaton Rt.002, Rw.001,
Pucangmiliran, Tulung,
Klaten, Jateng, Indonesia 57482

Email : penerbit_lakeisha@yahoo.com

HP/WA : 08989880852

Website : <http://www.penerbitlakeisha.com/>



SCAN ME

ISBN 978-623-6322-52-9



9 786236

322529