

PRINSIP KERJA PESAWAT TERBANG

HUKUM BERNOULLI

Mata Kuliah :

Mekanika

Dosen Pengampu :

Drs. I Dewa Putu Nyeneng, M.Sc.

Dr. Doni Andra, S.Pd., M.Sc.

Disusun Oleh :

Gustin Wardani

2013022030



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2021

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta taufiq dan hidayahnya sehingga makalah tentang Prinsip Kerja Pesawat Terbang berdasarkan Hukum Bernoulli ini dapat diselesaikan dengan lancar. Makalah ini dibuat dengan tujuan untuk memenuhi tugas akhir mata kuliah Mekanika pada Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung. Makalah ini juga dibuat dengan tujuan untuk memberikan wawasan kepada pembaca mengenai penerapan salah satu Hukum Bernoulli yaitu pesawat terbang.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan makalah ini masih jauh dari kata sempurna baik dari sisi materi maupun penulisannya, maka dengan rendah hati dan dengan tangan terbuka saya menerima berbagai masukan maupun saran yang bersifat membangun untuk makalah ini agar dapat diperbaiki sehingga layak untuk dijadikan bahan bacaan dan wawasan.

Bandar Lampung, 24 Desember 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	1
BAB II PEMBAHASAN	
2.1 Persamaan Bernoulli	2
2.2 Prinsip Kerja Pesawat Terbang berdasarkan Hukum Bernoulli.....	4
BAB III PENUTUP	
3.1 Kesimpulan	8
DAFTAR PUSTAKA	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagian besar pelajar di Indonesia menganggap bahwa pelajaran Fisika adalah pelajaran yang sulit dan rumit, sehingga pelajaran ini cenderung dihindari oleh pelajar. Padahal tanpa kita sadari, banyak sekali fenomena fisika di sekitar hidup kita. Fenomena-fenomena tersebut sangat sederhana, bahkan banyak di antara kita yang menganggapnya sebagai hal yang sepele. Salah satu contohnya adalah saat perahu kertas mengapung di atas air.

Melalui prinsip-prinsip sederhana itulah, para ahli membuat alat yang dapat meringankan pekerjaan manusia. Salah satunya di bidang transportasi. Semakin berkembangnya zaman, kebutuhan manusia semakin besar pula. Maka, kebutuhan tidak dapat sepenuhnya disediakan oleh pasar lokal. Oleh karena itu, sebisa mungkin para ahli membuat alat transportasi yang efisien. Sehingga pada tahun 1903 Orville dan Wilbur Wright berhasil menerbangkan pesawat.

Pesawat terbang merupakan alat transportasi yang dapat menempuh jarak yang jauh. Transportasi ini lebih efisien daripada transportasi darat maupun laut. Tanpa kita sadari, transportasi yang meniru cara kerja burung ini memiliki prinsip dasar untuk terbang. Prinsip-prinsip tersebut berdasarkan hukum-hukum di dalam Fisika.

Berdasarkan hal di atas, kita akan membahas hal mengenai “Prinsip Kerja Pesawat Terbang berdasarkan Hukum Bernoulli”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana Persamaan Bernoulli?
2. Bagaimana prinsip kerja pesawat terbang berdasarkan Hukum Bernoulli?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui Persamaan Bernoulli.
2. Mengetahui prinsip kerja pesawat terbang berdasarkan Hukum Bernoulli.

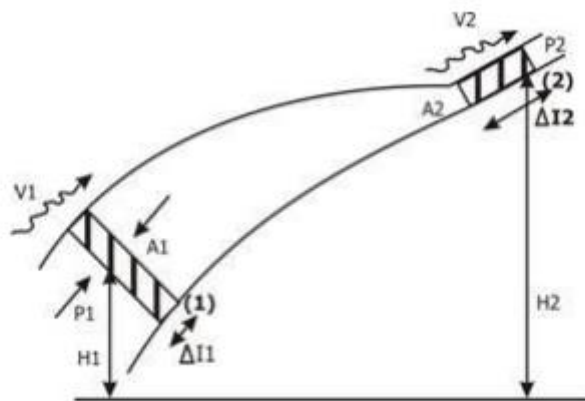
BAB II

PEMBAHASAN

2.1 Persamaan Bernoulli

Persamaan Bernoulli merupakan persamaan pada mekanika fluida yang menjelaskan berbagai hal yang berkaitan dengan kecepatan, tinggi permukaan zat cair, dan tekanannya. Persamaan ini menyatakan bahwa pada suatu aliran fluida, peningkatan pada kecepatan fluida akan menimbulkan penurunan tekanan pada aliran tersebut. Bernoulli bukan prinsip yang baru, tetapi dapat diturunkan dari hukum-hukum dasar mekanika Newton.

Berikut persamaan yang menyatakan hubungan antara kecepatan aliran dengan tinggi permukaan air dan tekanannya.



Keterangan gambar:

1. h_1 dan h_2 masing-masing adalah tinggi titik tertentu zat cair dalam tabung/pipa bagian kiri dan bagian kanan.
2. v_1 dan v_2 adalah kecepatan aliran pada titik tertentu dari suatu zat cair kiri dan kanan.
3. A_1 dan A_2 adalah luas penampang pipa bagian dalam yang dialiri zat cair sebelah kiri dan sebelah kanan.
4. P_1 dan P_2 adalah tekanan pada zat cair tersebut dari berturut-turut dari bagian kiri dan bagian kanan.

Gambar di atas menyatakan aliran zat cair melalui pipa yang berbeda luas penampangnya dengan tekanan yang berbeda dan terletak pada ketinggian yang

berbeda hingga kecepatan pengalirannya juga berbeda. Dalam aliran tersebut diandaikan zat cair tidak termampatkan, sehingga alirannya mantap dan membentuk garis alir *streamline*. Banyaknya volume yang dapat mengalir tiap satuan waktu dari pipa sebelah kiri dan kanan adalah sama.

Secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$p_1 \cdot A_1 \cdot \Delta l_1 - p_2 \cdot A_2 \cdot \Delta l_2 = \left(\frac{1}{2}mv^2_1 - \frac{1}{2}mv^2_2\right) + (mgh_2 - mgh_1)$$

$$A \cdot \Delta l = v$$

$$p_1 \cdot v_1 - p_2 \cdot v_2 = \frac{1}{2}m (v^2_1 - v^2_2) + mg (h_2 - h_1)$$

Padahal $v = m/\rho$, maka persamaan dapat diubah menjadi:

$$p_1 \cdot (m/\rho) - p_2 \cdot (m/\rho) = \frac{1}{2}m (v^2_1 - v^2_2) + mg (h_2 - h_1)$$

atau dapat diubah menjadi:

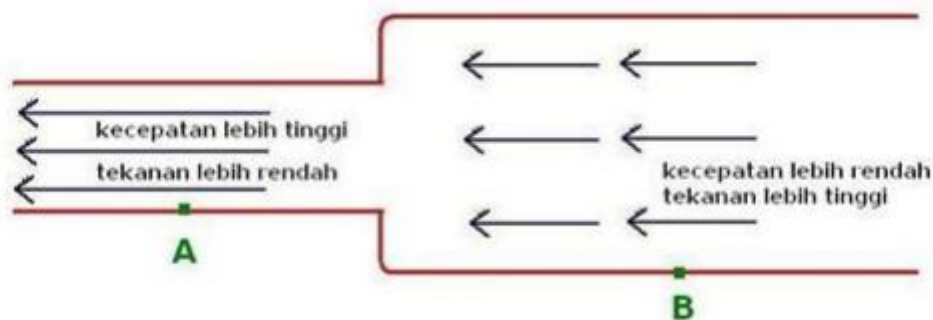
$$p_1 \cdot (m/\rho) + \frac{1}{2}mv^2_1 + mgh_1 = p_2 \cdot (m/\rho) + \frac{1}{2}mv^2_2 + mgh_2$$

Persamaan tersebut dapat disederhanakan menjadi:

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v^2_1 + \rho gh_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v^2_2 + \rho gh_2$$

atau ditulis secara umum menjadi:

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{konstan}$$



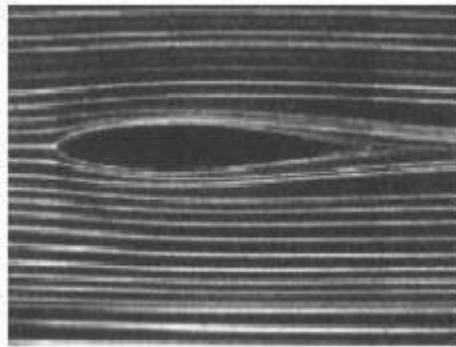
Dalam kehidupan sehari-hari Persamaan Bernoulli memiliki penerapan yang beragam yang ada hubungannya dengan aliran fluida, baik aliran zat cair maupun gas. Penerapan tersebut sebagian besar dimanfaatkan dalam bidang teknik dan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan aliran fluida. Misalnya dalam rancangan bangun benda pengangkat seperti hidrofil atau aerofil, yang bertujuan untuk menciptakan gaya yang besar dalam arah tegak lurus terhadap aliran bebas dan meminimalkan

hambatan. Contohnya adalah penerapan Persamaan Bernoulli sebagai desain sayap pesawat terbang.

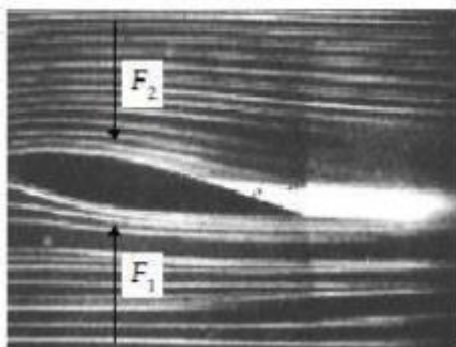
2.2 Prinsip Kerja Pesawat Terbang berdasarkan Hukum Bernoulli

Penampang sayap pesawat terbang memiliki bagian belakang yang lebih tajam dan sisi bagian atasnya lebih melengkung daripada sisi bagian bawahnya. Bentuk sayap tersebut menyebabkan kecepatan aliran udara bagian atas lebih besar daripada di bagian bawah sehingga tekanan udara di bawah sayap lebih besar daripada di atas sayap. Hal ini menyebabkan timbulnya daya angkat pada sayap pesawat. Agar daya angkat yang ditimbulkan pada pesawat semakin besar, sayap pesawat dimiringkan sebesar sudut tertentu terhadap arah aliran udara. Perhatikanlah

a) Ketika sayap pesawat horizontal, sayap tidak mengalami gaya angkat.



b) Ketika sayap pesawat dimiringkan, pesawat mendapat gaya angkat sebesar $F_1 - F_2$.



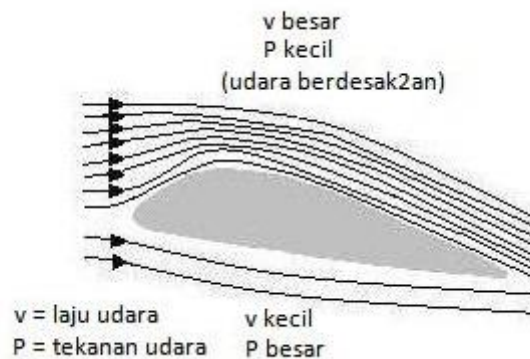
$$F_1 - F_2 = \frac{1}{2} \rho A (v_2^2 - v_1^2)$$

Gaya Angkat Sayap Pesawat Terbang juga merupakan salah satu contoh Hukum Bernoulli.

Pada dasarnya, ada empat buah gaya yang bekerja pada sebuah pesawat terbang yang sedang mengangkasa.

- 1) Berat Pesawat yang disebabkan oleh gaya gravitasi Bumi.
- 2) Gaya angkat yang dihasilkan oleh kedua sayap pesawat.

- 3) Gaya ke depan yang disebabkan oleh mesin pesawat.
- 4) Gaya hambatan yang disebabkan oleh gerakan udara.



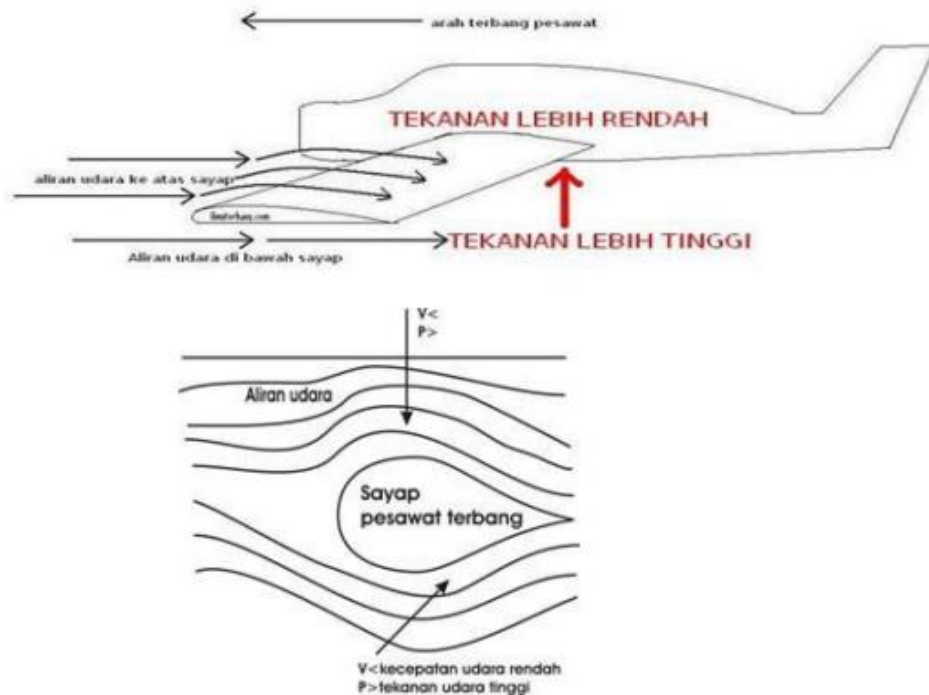
Bagian depan sayap dirancang melengkung ke atas. Udara yang mengalir dari bawah berdesak-desakkan dengan temannya yang ada di sebelah atas. Mirip seperti air yang mengalir dari pipa yang penampangnya besar ke pipa yang penampangnya sempit. Akibatnya, laju udara di sebelah atas sayap meningkat. Karena laju udara meningkat, maka tekanan udara menjadi kecil. Sebaliknya, laju aliran udara di sebelah bawah sayap lebih rendah, karena udara tidak berdesak-desakkan (tekanan udaranya lebih besar). Adanya perbedaan tekanan ini, membuat sayap pesawat didorong ke atas. Karena sayapnya menempel dengan badan si pesawat, maka si pesawat ikut-ikutan terangkat.

1. Desain Sayap Pesawat

Pesawat adalah transportasi yang dapat terbang di udara. Ada berbagai jenis pesawat menurut desain, propulsi, dan penggunaannya. Menurut jenis pesawat berdasarkan desainnya, pesawat memiliki beberapa kategori seperti balon udara, kapal udara, pesawat bersayap tetap, dan pesawat sayap berputar. Contoh dari pesawat bersayap tetap adalah pesawat jenis boeing. Saat terbang, sayap pesawat ini tidak bergerak. Pesawat bersayap tetap memanfaatkan prinsip Bernoulli untuk terbang.

Sayap pesawat boeing didesain lebar dengan sisi bawah datar dan sisi atas agak melengkung. Dengan kata lain, sisi sayap pesawat bagian atas lebih panjang daripada sisi bagian bawah. Desain sayap ini mengakibatkan udara yang mengalir di sisi atas sayap lebih cepat daripada di sisi bawah, karena jarak tempuh udara pada sisi atas sayap lebih jauh. Perbedaan kecepatan udara itulah yang

menyebabkan pesawat dapat terbang, karena tekanan udara di sisi atas pesawat lebih rendah daripada tekanan udara di sisi bawah. Supaya udara mengalir di sayap, pesawat harus bergerak pada kecepatan tertentu.



2. Gaya yang Bekerja pada Pesawat

Hal mendasar yang menyebabkan pesawat itu bisa mengudara adalah adanya gaya angkat berdasarkan Hukum Newton III, yang secara sederhana berbunyi: *setiap aksi (daya) akan mendapat reaksi yang berlawanan arah dan sama besar*. Selain gaya angkat (*lift*) gaya-gaya aerodinamika meliputi gaya dorong (*thrust*), gaya berat (*weight*), dan gaya hambat udara (*drag*). Gaya-gaya inilah yang mempengaruhi profil terbang semua benda-benda di udara, mulai dari burung-burung yang bisa terbang mulus secara alami sampai pesawat terbang yang paling besar sekalipun. Berikut ini hal-hal yang mendefinisikan gaya-gaya tersebut dalam sebuah penerbangan yang lurus dan datar, tidak berakselerasi (straight and level, unaccelerated).

- 1) Thrust, adalah gaya dorong, yang dihasilkan oleh mesin (powerplant)/baling-baling. Gaya ini kebalikan dari gaya tahan (drag). Supaya tidak menghasilkan thrust yang terlalu besar, maka drag harus dikurangi. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan desain yang streamline (ramping).
- 2) Drag, adalah gaya ke belakang, menarik mundur, dan disebabkan oleh gangguan aliran udara oleh sayap, fuselage, dan objek-objek lain. Drag

kebalikan dari thrust. Pada benda yang diam gaya hambat udara nol. Ketika benda mulai bergerak, gaya hambat udara ini mulai muncul yang arahnya berlawanan dengan arah gerak, bersifat menghambat gerakan. Semakin cepat benda bergerak semakin besar gaya hambat udara ini.

- 3) Weight, gaya berat adalah kombinasi berat dari muatan pesawat itu sendiri, awak pesawat, bahan bakar, dan kargo atau bagasi. Weight menarik pesawat ke bawah karena gaya gravitasi. Weight melawan lift (gaya angkat) dan beraksi secara vertikal ke bawah melalui center of gravity dari pesawat.
- 4) Lift, (gaya angkat) melawan gaya dari weight, dan dihasilkan oleh perbedaan tekanan udara antara sayap bagian bawah dan sayap bagian atas.

Pada penerbangan yang stabil, jumlah dari gaya yang saling berlawanan adalah sama dengan nol. Tidak akan ada ketidakseimbangan dalam penerbangan yang stabil dan lurus (Hukum ketiga Newton). Hal ini berlaku pada penerbangan yang mendatar, mendaki atau menurun.

3. Pengaruh Tekanan Udara pada Pesawat

Pada dasarnya sebagian besar yang terbang di atas bumi ini mengandalkan aspek fisika, khususnya tekanan udara. Tekanan udara merupakan salah satu parameter cuaca yang berpengaruh dalam penerbangan. Hal ini dikarenakan tekanan sangat diperlukan untuk menentukan pola pergerakan massa udara yang dapat digunakan sebagai bahan analisa ketika pesawat lepas landas dan landing.

Ketika ketinggian meningkat maka tekanan akan berkurang, karena berat udara akan berkurang. Sebaliknya, makin ke bawah maka tekanan udara semakin bertambah. Sebagai rata-rata setiap kali ketinggian meningkat 1000 kaki maka tekanan atmosfer akan berkurang 1 in.Hg. Prinsip inilah yang dipakai pesawat ketika lepas landas dan mendarat. Jarak lepas landas akan bertambah seiring dengan peningkatan ketinggian. Sementara ketika pesawat mendarat, penerbang harus bersiap-siap menyesuaikan tekanan dalam kabin dengan luar kabin. Jika terjadi kesalahan 1 milibar saja, maka pesawat akan terhempas atau melayang. Ketika pesawat berada di udara, tekanan dikaitkan dengan proses stabilizing penerbangan dan pengangkatan badan pesawat.

BAB III

PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Terdapat tiga prinsip dasar mengapa pesawat dapat terbang, yaitu: Pesawat memakai Prinsip Bernoulli untuk terbang. Prinsip ini diterapkan dalam desain sayap pesawat dengan bentuk streamline, namun sisi atas sayap lebih panjang daripada sisi bawah sayap. Pada pesawat terdapat gaya-gaya aerodinamika yang bekerja secara stabil agar pesawat dapat terbang. Gaya-gaya aerodinamika ini meliputi *lift*, *drag*, *thrust*, dan *weight*. Tekanan udara juga menjadi faktor penting saat pesawat akan lepas landas maupun mendarat, karena berpengaruh pada keselamatan penumpang dan awak pesawat.

DAFTAR PUSTAKA

Cerdas, Tim Solusi dkk. 2014. *TRIK CERDAS BANK SOAL FISIKA*. Solo: Genta Smart Publisher.

R, Dewi Ariesi dkk. 2011. “PRINSIP DASAR MENGAPA PESAWAT DAPAT TERBANG”. <https://www.scribd.com/doc/237368377/Makalah-Prinsip-Dasar-Mengapa-Pesawat-Dapat-Terbang> , diakses pada 24 Desember 2021.

putrarawit. 2015. “Prinsip Kerja Pesawat Terbang (Hukum Bernoulli)”, <https://putrarawit.wordpress.com/2015/03/14/prinsip-kerja-pesawat-terbang-hukum-bernoulli/> , diakses pada 24 Desember 2021.