

PENGARUH BENTUK BENDA DAN KEDALAMAN TERHADAP GAYA ANGKAT KE ATAS (F_A) PADA FLUIDA STATIS

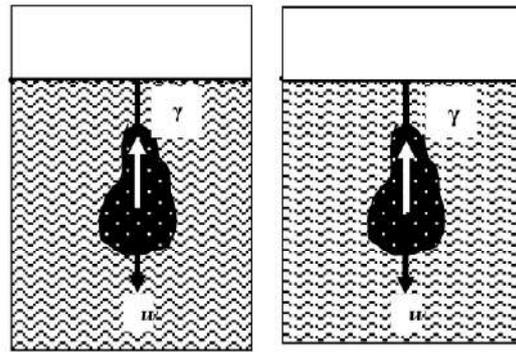
Zaenal Abidin D.K, Rif'ati Dina H, Yushardi
 Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember
 Email: Zaenal.Abidin.DK@gmail.com

ABSTRACT: *fluid is a substance that can flow or move due to the influence of a very small pressure. One of the forces acting on a fluid that is buoyancy. buoyancy force is committed against an object by a static fluid where object was submerged. Reviewed on geometry, objects has many forms, but in this study used three types of blocks, cubes, and Prism. These three objects are made of the same material that is made of wood Falcataria Albazia and the third volume objects are the same. The depth of that question is the depth of submerged object. In this study measured buoyancy at different depths and load used is the same. This research aims to know the influence of the shape and depth of the object against buoyancy. The results showed the existence of a difference value of buoyancy on the respective objects and depth. The results of the third volume difference can the objects submerged and floating style value differences at each depth. So it can be inferred that the shape of objects and depth affect buoyancy.*

Keyword: *Shape, Depth, Bouyant force,*

PENDAHULUAN

Fluida adalah zat yang dapat mengalir atau berpindah akibat pengaruh tekanan yang sangat kecil atau sedikit saja. Fluida juga disebut sebagai zat alir. Fluida memiliki dua wujud yaitu cair dan gas. Pada umumnya fluida dibedakan menjadi dua yaitu fluida statis dan fluida dinamis. Dalam mempelajari fluida sering dibatasi pada fluida yang bersifat tidak kompresibel supaya terwujud teori tentang fluida ideal. Sifat tidak kompresibel tersebut adalah zat alir yang volumenya hampir tidak berubah apabila terkena pengaruh tekanan. Pada umumnya fluida tersebut berwujud cair. Salah satu ilmu yang mempelajari fluida yaitu statika fluida. Statika fluida membahas fluida dalam keadaan diam yaitu dalam keadaan setimbang mekanik. Setimbang mekanik berarti resultan gaya yang bekerja pada fluida statis harus sama dengan nol. Dalam menyelesaikan permasalahan statika yang menyangkut benda-benda yang terendam atau yang terapung, pada umumnya benda tersebut dianggap sebagai benda bebas dan digambar dalam diagram benda bebas. Pada permasalahan tersebut aksi fluida diganti dengan gaya apung. Gaya-gaya aksi dan reaksi tersebut bisa ditunjukkan pada gambar 1.1 berikut ini.



Gambar 1.1. Diagram-diagram benda bebas untuk benda yang digantung dalam fluida (Victor L. Streeter, 1985:56)

Gambar 1.1 menunjukkan dua diagram benda bebas untuk benda yang sama digantung serta ditimbang dalam dua fluida. F_1 , F_2 adalah gaya apung, W adalah berat benda dalam keadaan terendam, γ_1 , γ_2 adalah berat jenis fluida-fluida tersebut. Dari permasalahan tersebut harus dicari W dan V , yaitu berat serta volume benda itu.

Persamaan Gaya aksi reaksi pada gambar 1.1 dapat ditulis sebagai berikut.

$$F_1 + V \gamma_1 = W \quad 1.1$$

$$F_2 + V \gamma_2 = W \quad 1.2$$

dari persamaan 1.1 dan 1.2 bisa ditulis persamaan sebagai berikut,

$$F_1 + V \gamma_1 = F_2 + V \gamma_2 \quad 1.3$$

$$F_1 - F_2 = V \gamma_2 - V \gamma_1 \quad 1.4$$

$$V = (F_1 - F_2) / (\gamma_2 - \gamma_1) \quad 1.5$$

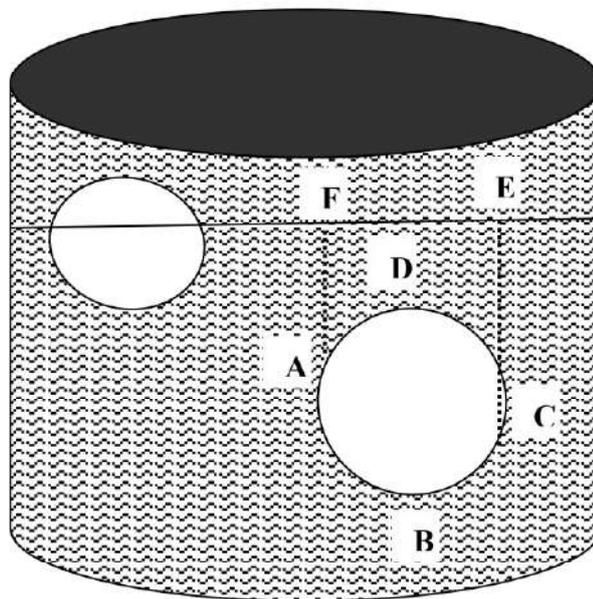
Karena $F_1 + V \gamma_1 = W$ maka ;

$$W = F_1 + (F_1 \gamma_1 - F_2 \gamma_1) / (\gamma_2 - \gamma_1) \quad 1.6$$

$$\begin{aligned}
 W &= F_1 (\gamma_2 - \gamma_1) / \gamma_2 - \gamma_1 \\
 &+ (F_1 \gamma_1 - F_2 \gamma_1) / \gamma_2 - \gamma_1 & 1.7 \\
 W &= F_1 \gamma_2 - F_1 \gamma_1 / \gamma_2 - \gamma_1 \\
 &+ F_1 \gamma_1 - F_2 \gamma_1 / \gamma_2 - \gamma_1 & 1.8 \\
 W &= F_1 \gamma_2 - F_2 \gamma_1 / \gamma_2 - \gamma_1 & 1.9
 \end{aligned}$$

Gaya angkat ke atas atau gaya apung adalah salah satu gaya yang bekerja pada fluida. Gaya apung atau gaya angkat ke atas adalah resultan gaya yang dilakukan terhadap suatu benda oleh fluida statis tempat benda itu terendam atau terapung. Gaya apung selalu bereaksi vertikal ke atas, jadi tidak mungkin terdapat komponen horizontal dari resultan gayanya. Gaya-gaya yang bekerja pada permukaan tiap elemen fluida berasal dari

tekanan. Perlu ditegaskan bahwa tekanan adalah besaran skalar, karena itu bekerja kesemua arah dengan harga yang sama besar. Vektor luas selalu menunjukkan kearah yang normal terhadap permukaan, dan besarnya sama dengan luas itu sendiri. Jadi, gaya yang terjadi akibat tekanan adalah sebuah vektor yang besarnya adalah hasil kali antara intensitas tekanan dan luas serta mempunyai arah yang normal terhadap luas permukaan yang bersangkutan (Reubon & Steven 1990:44). Dari penjelasan di atas dapat dibuktikan pada gambar 1.2 Proyeksi bagian benda yang terendam dari benda terapung itu pada bidang vertikal selalu nol.



Gambar 1.2 Gaya apung pada benda yang terapung dan tenggelam (Victor L. Streeter, 1985:54)

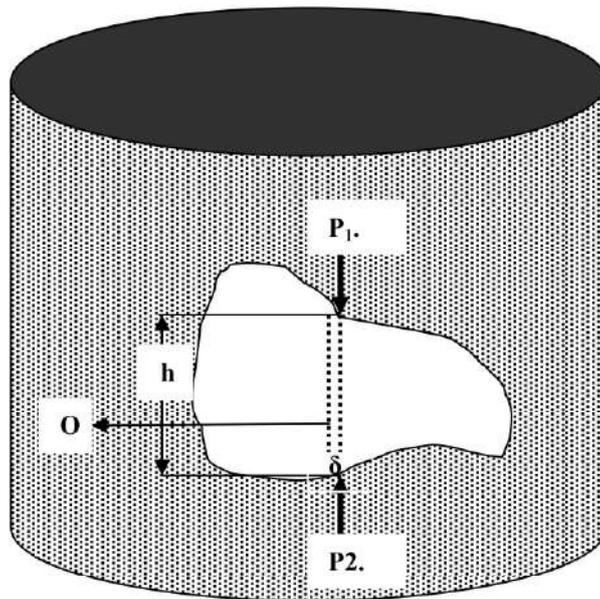
Gaya angkat ke atas pada benda yang terendam pada gambar 1.2 adalah beda antara komponen vertikal gaya terhadap sisi bawah benda itu dan komponen vertikal gaya terhadap sisi atas benda tersebut. Dalam gambar 1.2 gaya ke atas pada sisi bawah benda sama dengan berat cairan yang terdapat vertikal di atas benda tersebut atau di atas permukaan ABC. Gaya yang bekerja ke arah bawah adalah berat cairan di atas benda yang dibatasi oleh titik ADCEFA. Perbedaan antara kedua gaya tersebut adalah suatu gaya vertikal ke atas dikarenakan berat fluida ABCD yang

dipindahkan oleh benda padat tersebut. Hal itu ditunjukkan oleh persamaan 1.10 berikut.

$$F_A = V \gamma \quad \text{---} \quad \rho g \quad 1.10$$

dengan F_A adalah gaya apung, V adalah fluida yang dipindahkan, dan γ adalah berat jenis fluida. Persamaan yang sama juga berlaku untuk benda yang terapung apabila V merupakan volume cairan yang dipindahkan.

Komponen-komponen gaya pada benda yang terendam dalam fluida dijelaskan dalam gambar 1.3 berikut.



Gambar 1.3 Komponen gaya vertikal pada elemen benda (Victor L. Streeter, 1985:55)

Gambar 1.3 menunjukkan bahwa gaya vertikal yang dilakukan fluida terhadap suatu elemen benda yang berbentuk tidak teratur. Gaya vertikal yang bekerja pada elemen penampang benda δA adalah.

$$\delta F_A = (p_2 - p_1) \delta A = \gamma h \delta A = \gamma \delta V \quad 1.11$$

dengan δV volume benda. Integrasasi pada seluruh benda menghasilkan

$$F_A = \gamma \int_V dV = \gamma V \quad 1.12$$

Persamaan 1.12 berlaku bila γ dianggap konstan diseluruh volume.

Konsep gaya angkat ke atas pertama kali dikenal oleh ilmuwan yang bernama Archimedes yang terkenal dengan prinsip Archimedes. Prinsip Archimedes berbunyi “Ketika sebuah benda tercelup seluruhnya atau sebagian di dalam zat cair, zat cair akan memberikan gaya ke atas (gaya apung) pada benda, dimana besarnya gaya ke atas (gaya apung) sama dengan berat zat cair yang dipindahkan”.

Secara sistematis, prinsip archimedes dapat ditulis sebagai berikut :

$$F_A = \rho g V \quad 2.18$$

Keterangan :

F_A = gaya apung (N)

ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

V = volume benda yang tercelup (m^3)

Gaya apung yang bekerja pada suatu benda yang tercelup dalam fluida bisa diperoleh dengan menggunakan metode menimbang benda di udara dan menimbang

benda setelah dicelupkan dalam fluida, maka gaya apung bisa didapat menggunakan persamaan berikut,

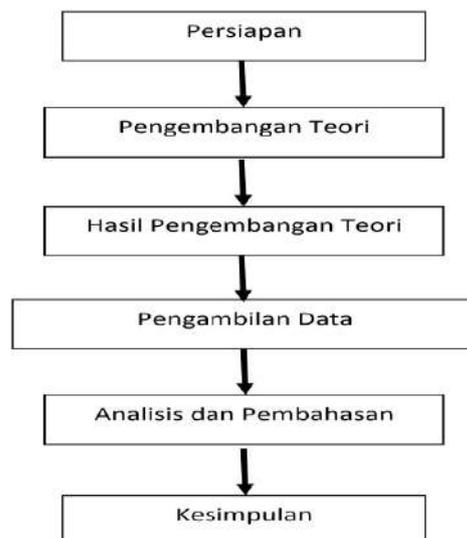
$$F_A = W_u - W_c \quad 1.13$$

Dimana W_u adalah berat benda saat ditimbang di udara, dan W_c adalah berat benda saat ditimbang di dalam fluida.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian berisi tentang langkah-langkah penelitian dan langkah-langkah percobaan yang akan dijelaskan berikut ini.

Langkah-langkah Penelitian



Langkah-langkah Percobaan**a. Alat dan Bahan**

1. 3 kayu dengan bentuk balok, kubus dan prisma. Volume 3 kayu tersebut semuanya sama yaitu 64 cm^3 .
2. Gelas ukur, Digunakan untuk wadah air dan mengukur volume benda tercelup.
3. Benda yang terbuat dari logam dengan massa 100 gram
4. Neraca pegas, Digunakan untuk mengukur berat benda di udara dan di dalam air.
5. Neraca ohaus digunakan untuk menimbang massa benda
6. Tali, digunakan untuk penghubung benda dengan neraca pegas.

b. Langkah Kerja**I. Percobaan pertama**

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Mengukur volume air sebelum benda dicelupkan.
3. Mencelupkan benda kedalam gelas ukur yang berisi air.
4. Mengukur volume air setelah benda dicelupkan.
5. Setelah itu menentukan volume benda yang tercelup dengan cara

mengurangi volume air setelah benda tercelup dengan volume air sebelum benda tercelup.

6. Menentukan gaya apung yang dialami benda dengan menggunakan persamaan $F = \rho g V$
 7. Mengulangi langkah 1-6 pada masing-masing benda.
 8. Mencatat hasil percobaan pada tabel pengamatan
- II. Percobaan kedua**

1. Menimbang massa benda pada neraca Ohaus.
2. Menghubungkan benda dengan neraca pegas menggunakan tali yang panjangnya masing-masing 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, dan 100 cm.
3. Mengukur berat benda sebelum dicelupkan dalam zat cair.
4. Mencelupkan benda ke dalam zat cair.
5. mengukur berat benda dengan melihat angka yang tertera pada neraca pegas.
6. Mengulangi langkah 2-4 dengan masing-masing tali.
7. Mencatat hasil pengamatan pada tabel pengamatan

Tabel 1. Tabel nilai gaya angkat ke atas (F_A) pada masing-masing benda

No	Bentuk Benda	V_0 Air (m^3)	V_1 Air (m^3)	ΔV (m^3)	$F_A = \rho g V$ (N)
1	Balok 	0.6×10^{-3}	0.65×10^{-3}	0.05×10^{-3}	0.49
2	Kubus 	0.6×10^{-3}	0.64×10^{-3}	0.04×10^{-3}	0.392
3	Prisma 	0.6×10^{-3}	0.645×10^{-3}	0.045×10^{-3}	0.441

$$Nst = 0.5 \times 0.001 \text{ L} = 0.0005 \text{ L} = 0.5 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2 \quad \rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

Tabel 2. Data angkat ke atas (F_A) pada masing- masing kedalaman

No	Kedalaman	Berat benda di udara W_u (N)	Berat benda di air W_c (N)	Gaya apung $F_A = W_u - W_c$ (N)
1	20 cm	1	0.95	0.05
2	40 cm	1	0.9	0.1
3	60 cm	1	0.85	0.15

No	Kedalaman	Berat benda di udara W_u (N)	Berat benda di air W_c (N)	Gaya apung $F_A = W_u - W_c$ (N)
4	80cm	1	0.8	0.2
5	100 cm	1	0.75	0.25

$Nst = 0.5 \times 0.1 \text{ Newton} = 0.05 \text{ Newton}$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengambilan data gaya angkat ke atas (F_A) dalam penelitian ini dilakukan menggunakan dua metode. Metode yang pertama yaitu dengan mencari volume benda yang tercelup lalu mencari gaya angkat keatas (F_A) dengan persamaan $F_A = \rho \cdot g \cdot V$. Metode yang kedua yaitu mencari gaya angkat ke atas (F_A) menggunakan persamaan $F_A = W_u - W_c$ pada masing-masing kedalaman. Pada penelitian yang menggunakan metode pertama, volume benda yang tercelup diperoleh dengan cara mengurangi volume air sebelum benda dicelupkan dengan volume air setelah benda dicelupkan. Pengambilan data ini bertujuan untuk membuktikan ada tidaknya pengaruh bentuk benda terhadap gaya angkat ke atas (F_A). Metode yang kedua yaitu mencari gaya angkat ke atas (F_A) pada setiap kedalaman 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, dan 100 cm dengan beban yang sama yaitu 100 gram. Hasil pengukuran gaya angkat ke atas (F_A) pada masing-masing kedalaman diperoleh dengan menggunakan persamaan $F_A = W_u - W_c$.

Pada penelitian dengan menggunakan metode pertama, masing-masing benda memiliki volume yang sama yaitu 64 cm^3 . Ketiga benda terbuat dari bahan yang sama yaitu dari kayu Albazia Falcataria atau lebih dikenal dengan nama kayu sengon. Massa jenis dari ketiga benda diasumsikan sama besar, sehingga dengan massa jenis yang sama dan volume yang sama maka volume ketiga benda diasumsikan sama. Nilai gaya angkat keatas (F_A) yang dialami masing-masing benda diperoleh data 0.49 Newton untuk balok, 0.392 Newton untuk kubus, dan 0.0441 Newton untuk prisma. Hasil gaya angkat ke atas (F_A) pada penelitian pertama diperoleh dari persamaan $F_A = \rho \cdot g \cdot V$ dengan besar $\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$ dan $g = 9.8 \text{ m/s}^2$. Perbedaan gaya angkat ke atas (F_A) yang dialami setiap benda dipengaruhi oleh perbedaan luas bidang sentuh benda dengan permukaan air. Pada

balok bidang sentuh dengan air berbentuk persegi panjang dengan luas 32 cm^2 . Pada kubus bidang sentuh dengan air berbentuk bujur sangkar atau persegi dengan luas 16 cm^2 . Pada prisma bidang sentuh dengan air berbentuk segitiga dengan luas 20 cm^2 . Jadi yang mempengaruhi besar gaya angkat ke atas (F_A) pada masing-masing benda adalah luas bidang sentuh benda terhadap air. Luas bidang sentuh benda dipengaruhi oleh bentuk benda itu sendiri, jadi bisa disimpulkan bahwa bentuk benda mempengaruhi gaya angkat keatas (F_A) yang dialami benda.

Pada penelitian dengan menggunakan metode kedua, bertujuan untuk mengetahui pengaruh kedalaman terhadap gaya angkat ke atas (F_A) pada masing-masing kedalaman yang sudah ditentukan. Pada penelitian ini beban yang digunakan untuk menentukan nilai gaya angkat keatas (F_A) sama yaitu 100 gr. Besar gaya angkat ke atas (F_A) pada penelitian ini dilakukan di kedalaman 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, dan 100 cm. Hasil dari penelitian tersebut menghasilkan gaya angkat keatas (F_A) sebesar 0.05 Newton pada kedalaman 20 cm, 0.1 Newton pada kedalaman 40 cm, 0.15 Newton pada kedalaman 60 cm, 0.2 Newton pada kedalaman 80 cm, dan 0.25 Newton pada kedalaman 100 cm. Data hasil penelitian diperoleh dengan persamaan $F_A = W_u - W_c$. Dari data yang dihasilkan dapat dijelaskan bahwa kedalaman mempengaruhi besar gaya angkat ke atas (F_A). Jika menggunakan metode atau persamaan $F_A = \rho \cdot g \cdot V$ maka besar gaya angkat ke atas pada masing-masing kedalaman akan sama karena volume benda semuanya tercelup pada masing-masing kedalaman. Berdasarkan hasil diatas nilai gaya angkat ke atas (F_A) pada masing-masing kedalaman berbeda-beda yang berarti volume benda yang tercelup tidak mempengaruhi gaya angkat ke atas (F_A) tetapi dipengaruhi oleh perbedaan kedalaman. Perbedaan kedalaman benda tercelup akan

mempengaruhi perbedaan tekanan hidrostatis yang dialami benda, semakin dalam benda tercelup maka semakin besar tekanan hidrostatis yang dialami benda. Perbedaan tekanan hidrostatis yang dialami benda mempengaruhi perbedaan gaya angkat ke atas (F_A) pada masing-masing benda. Jadi dapat disimpulkan bahwa kedalaman benda tercelup mempengaruhi besarnya hidrostatis yang dialami benda yang juga mempengaruhi besar gaya angkat ke atas (F_A) yang dialami benda.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bentuk benda yang digunakan pada penelitian ini yaitu balok, kubus, dan prisma mempengaruhi besarnya gaya angkat ke atas (F_A) yang dialami benda tersebut. Bentuk benda yang digunakan mempengaruhi luas bidang sentuh benda dengan air sehingga menyebabkan perbedaan gaya angkat ke atas (F_A) yang dialami benda. Semakin luas bidang sentuh

benda dengan air, semakin besar gaya angkat ke atas (F_A) yang dialami benda. Kedalaman benda tercelup mempengaruhi besarnya gaya angkat ke atas (F_A) yang dialami benda. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh tekanan hidrostatis yang dialami benda. Semakin dalam benda tercelup semakin besar tekanan hidrostatis yang dialami benda. Perbedaan tekanan hidrostatis yang dialami benda mempengaruhi besar gaya angkat ke atas (F_A) yang dialami benda tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Olson M. Reubon, Steven J. Wright. 1990. *Dasar-Dasar Mekanika Fluida Teknik Edisi Kelima*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Rohma, L. 1999. *Mekanika Fluida*. Jember: Universitas Jember
- Streeter, L. Victor. 1995. *Mekanika Fluida Edisi 8 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Sutrisno. 1984. *Fisikka Dasar*. Bandung. ITB