

## Analisis Gaya Apung $F_A$ , Gaya Berat Benda di Udara $w_B$ , dan Gaya Berat Benda di dalam Zat Cair $w'_B$ pada Benda Terapung dalam Keadaan Diam

Fakhruddin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Nusa Cendana

\* fakhruddin@staff.undana.ac.id

### Abstrak

Telah dilakukan analisis gaya apung  $F_A$ , gaya berat benda di udara  $w_B$ , dan gaya berat benda di dalam zat cair  $w'_B$  pada benda terapung di dalam zat cair dalam keadaan diam, diperoleh bahwa tidak ada pengaruh gaya berat benda di dalam zat cair  $w'_B$  atau  $w'_B = 0$  dengan persamaan  $F_A = w_B$ .

**Kata Kunci :** Gaya Apung, Berat Benda di udara, berat benda dalam zat cair.

### PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan yang terdapat dalam buku fisika di sekolah baik di buku Sekolah Menengah Pertama (SMP) maupun Sekolah Menengah Atas (SMA) pada pelajaran Fisika adalah terdapatnya miskonsepsi tentang benda terapung dalam zat cair.

Fakhruddin dan Akhriani (2020) menyatakan bahwa terdapat miskonsepsi Pada buku SMP kelas VIII tentang gaya apung terhadap berat pada benda yang terapung dalam fluida, diperoleh bahwa terjadi miskonsepsi pada buku yang diterbitkan oleh Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemendikbud ditulis oleh Wasis dkk serta Zubaifdah dkk. yang menyatakan bahwa benda terapung jika gaya apung  $F_A$  lebih besar daripada gaya berat benda  $w_B$  atau  $F_A > w_B$ . Pada Buku referensi di kurikulum merdeka, untuk SMA yang ditulis oleh Magdalena, dkk. (2022) diperoleh bahwa benda terapung di permukaan air apabila gaya berat benda  $w_B$  sama dengan gaya ke atas  $F_A$  yang diberikan zat cair pada benda tersebut gaya apung atau  $F_A = w_B$ . Telaah ini tidak menjelaskan secara detail dan tidak mempertimbangkan terdapatnya gaya berat benda di dalam zat cair  $w'_B$ .

Telaah yang dilakukan oleh Halliday dan Resnick (2006) hanya menjelaskan peristiwa

terapung secara fisis tanpa matematis, Giancoli (2001) menjelaskan secara fisis dan matematis tetapi tidak secara mendetail begitu juga Wilson, Buffa, dan Lou (2007) menyatakan bahwa benda dapat terapung karena adanya gaya apung  $F_A$  yang mengarah ke atas yang lebih besar daripada gaya berat benda  $w_B$ .

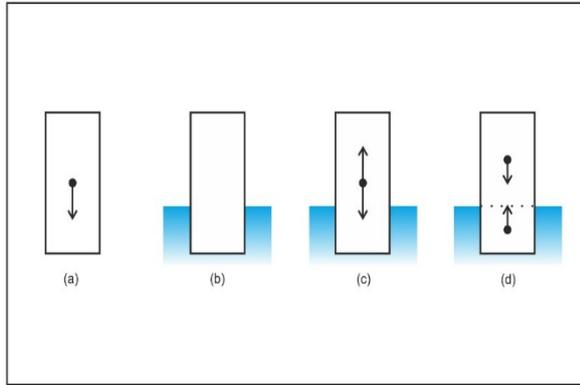
Selanjutnya Cavassini (2019) melakukan telaah secara matematis dengan menganalisis benda yang terapung dalam keadaan diam dalam zat cair dengan memperoleh bahwa gaya apung  $F_A$  sama dengan berat benda di udara  $w_B$ . Telaah Cavassini (2019) belum menjelaskan secara detail apakah terdapat gaya berat benda di dalam zat cair  $w'_B$ .

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Systematic Literature Review* yang menggabungkan hasil-hasil penelitian primer untuk menyajikan fakta yang lebih komprehensif dan berimbang dengan teknik meta analisis.

## HASIL DAN DISKUSI

Cavazzini (2019) menelaah benda terapung dalam zat cair dalam keadaan keseimbangan statis (diam) seperti pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** (a) benda di udara, (b) benda terapung dalam zat cair, (c) Interpretasi mekanis pertama saat benda terapung berada pada kesetimbangan, (d) interpretasi mekanis kedua saat benda terapung berada pada kesetimbangan.

Cavazzini (2019) mengemukakan bahwa terdapat dua hipotesis yang dapat terjadi pada benda yang terapung dalam zat cair dalam keadaan keseimbangan statis, yaitu besarnya gaya gravitasi antara benda bermassa  $m_B$  dengan massa planet M tidak berubah dimanapun benda tercelup dalam zat cair seperti pada **Gambar 1.c** yang mengakibatkan gaya berat benda di udara  $w_B$  sama besar dengan gaya apung Archimedes  $F_A$ . Dalam hal ini berlaku persamaan

$$w_B = F_A \quad (1)$$

Hipotesis kedua adalah besar berat benda ketika dicelupkan ke dalam zat cair mengakibatkan “kehilangan beratnya” seperti pada **Gambar 1.d**. Dalam hal ini keseimbangan statis terjadi dari interaksi berat benda yang tidak tercelup dalam zat cair  $w_{bf}$  yang arahnya ke bawah sama dengan dengan berat benda yang tercelup dalam zat cair  $w'_{bf}$  yang arahnya ke atas. Dalam hal ini berlaku persamaan:

$$w_{bf} = w'_{bf} \quad (2)$$

Hipotesis kedua atau persamaan (2) inilah yang dibuktikan oleh Cavazzini (2019) dengan menelaah suatu benda yang volumenya  $V_B$  dan massa jenisnya  $\rho_B$  terapung dalam zat cair yang massa jenisnya  $\rho_f$  dengan bagian volume benda yang tercelup dalam air  $V'_B$ . Besar volume benda yang tidak tercelup adalah  $V'_{BU} = V_B - V'_B$ .

Besar berat benda yang tidak tercelup dalam zat cair  $w_{bu} = m_{bu} \cdot g = (\rho_B - \rho_u) \cdot V'_{BU} \cdot g$  yang arahnya ke bawah. Sedangkan berat benda yang tercelup dalam zat cair  $w'_{bf} = V'_B \cdot (\rho_f - \rho_B) \cdot g$ , yang arahnya ke atas. Karena besarnya  $w_{bu} = w'_{bf}$ , maka persamaan (2) dapat ditulis

$$(\rho_B - \rho_u) \cdot V'_{BU} \cdot g = w'_{bf} = V'_B \cdot (\rho_f - \rho_B) \cdot g \quad (3)$$

besarnya  $w'_{bf} = V'_B \cdot (\rho_f - \rho_B) \cdot g$ , bukan merupakan berat benda yang volumenya  $V_B$  dalam zat cair atau  $w'_B = m'_B \cdot g$ .

$$(\rho_B - \rho_u) \cdot (V_B - V'_B) \cdot g = V'_B \cdot (\rho_f - \rho_B) \cdot g \quad (4)$$

besarnya  $\rho_B - \rho_u \approx \rho_B$  karena  $\rho_B \gg \rho_u$  dan  $V'_B = V'_f$  sehingga persamaan (4) dapat ditulis

$$\rho_B \cdot V_B \cdot g = V'_f \rho_f \cdot g \quad (5)$$

Besarnya  $\rho_B V_B$  adalah massa benda padat  $m_B$  dan  $V'_f \rho_f$  adalah massa zat cair yang dipindahkan  $m'_f$  maka persamaan (5) dapat ditulis

$$m_B \cdot g = m'_f g \quad (6)$$

karena besar  $m_B \cdot g$  adalah berat benda  $w_B$  dan  $m'_f g$  adalah berat zat cair yang dipindahkan  $w'_f$  atau gaya apung  $F_A$ , sehingga persamaan (6) diperoleh

$$w_B = w'_f = F_A \quad (7)$$

Telaah persamaan (6) dan (7) walaupun berbeda fisisnya tetapi memiliki hasil yang sama dalam menjelaskan tetap berlakunya prinsip Archimedes. Selain itu telaah yang dilakukan oleh Cavazzini (2019) dalam menelaah benda terapung dalam zat cair dalam keadaan keseimbangan statis (diam) belum dapat menjelaskan apakah terdapat berat benda dalam zat cair  $w'_B$ . seperti pada persamaan (3).

Telaah dalam bentuk lain dapat dilakukan dalam menganalisis benda terapung dalam zat cair pada keadaan seimbang statis dengan menggunakan hukum Newton tentang gerak. Berdasarkan Gambar 1(c) yang menggambarkan benda terapung dalam

zat cair dalam keadaan keseimbangan statis, sehingga berlaku hukum 1 Newton, yaitu

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \quad (8)$$

karena benda dalam keadaan terapung seimbang statis (diam) tercelup dalam zat cair, maka hanya terdapat dua gaya yang bekerja, yaitu gaya berat benda di udara  $\vec{w}_B$  dan gaya apung  $\vec{F}_A$  sehingga resultan gaya yang bekerja sebesar

$$\sum \vec{F} = \vec{F}_A - \vec{w}_B = \vec{0} \quad (9)$$

karena arah gaya apung berlawanan arah berat benda tetapi segaris, maka diperoleh

$$F_A = w_B \quad (10)$$

Persamaan (10) identik dengan persamaan (7), tetapi persamaan (10) menjelaskan bahwa pada benda terapung dalam zat cair dalam keseimbangan statis (diam) tidak terdapat berat benda dalam zat cair  $w'_B$  atau tidak terjadi perubahan berat benda saat benda berada dalam zat cair.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan diskusi dapat disimpulkan bahwa peristiwa benda terapung dalam zat cair pada keadaan diam atau setimbang statis apabila gaya keatas sama dengan berat benda atau  $F_A = w_B$  yang tidak dipengaruhi oleh gaya berat benda di dalam zat cair  $w'_B$  atau  $w'_B = 0$ .

## DAFTAR RUJUKAN

- Cavazzini, G. (2019). Archimedes' Principle and the Concept of Gravitation. Applied Physics Research; Vol. 11, No. 6,11-18
- Fakhrudin (2019). Influence Analysis of Physical Quantity of Weight, Buoyant Force, and the Density of Floating Object in the Fluid. International Journal of Science and Research (IJSR). Volume 8 Issue 9, 50-53.
- Fakhrudin dan Akhriani (2020). Analisis Miskonsepsi Pada Buku Ajar IPA SMP Tentang Gaya Apung Terhadap Berat Pada Benda Terapung Dalam Fluida. Proceeding Pasca Fisika UNM 2020, 64 -67.
- Giancoli. Douglas C.(2001). .Physics (seventh edition). Prantice Hall Inc, New Jesley..
- Halliday & Resnick. (2006) Physics (6rd Edition). John Wiley & Sons, Inc., New York.

Magdalena,M., Tinambunan,R.A., Jono,S., (2022), Fisika untuk SMA/MA Kelas XI, Pusat Perbukuan, Jakarta.

Wilson, Buffa, and Lou. (2007). College Physics (sixth edition). Pearson Education, Inc. New Jesley.