



Analisis Tenggelamnya Kapal di Waduk Kedungombo Menggunakan Konsep Hukum Archimedes

Amanda Fauzika Maurisa Rohmah¹, Aprisya Haafizhu Zudhan^{2*}, Bayu Setiaji³

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta,
Yogyakarta 55281, Indonesia.

*e-mail: aprisyahaafizhu.2022@student.uny.ac.id

Received: 28 12 2022. Accepted: 30 01 2023. Published: 02 2023

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui mengapa kapal dapat terapung dan juga tenggelam, faktor yang menjadi penyebab kapal tenggelam di Waduk Kedungombo, dan untuk mengetahui cara untuk mencegah terjadinya kapal tenggelam. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode kualitatif dokumen. Metode kualitatif dokumen yang digunakan berupa berita yang terdapat dalam internet. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: 1. Kapal dapat terapung di atas permukaan air jika gaya berat (W) sama dengan gaya apung (F_a). Kemudian kapal juga dapat tenggelam jika nilai gaya berat (W) lebih besar dari gaya apung (F_a). 2. Faktor yang dapat menyebabkan kapal tenggelam adalah massa penumpang atau orang yang sangat besar sehingga menyebabkan nilai gaya berat (W) semakin besar pula sehingga nilai gaya berat (W) tidak sama dengan gaya apung (F_a) atau nilai $W > F_a$. 3. Supaya kapal tidak tenggelam maka massa penumpang atau orang harus kurang dari gaya apung atau nilai $W < F_a$, sehingga kapal bisa terapung atas permukaan air.

Kata Kunci: Hukum Archimedes, Massa Jenis, Percepatan Gravitasi, Massa, Volume

Analysis of Sinking Ships in the Kedung Ombo Reservoir Using Archimedes' Law Concepts

Abstract

The purpose of this research is to find out why ships can float as well as sink, the factors that cause ships to sink in the Kedung Ombo Reservoir, and to find out how to prevent ships from sinking. The method used in this research is video observation method. The document qualitative method used is in the form of news found on the internet. From the research results it can be concluded that: 1. Ships can float on the surface of the water if gravity (W) is equal to buoyant force (F_a). Then the ship can also sink if the value of gravity (W) is greater than the buoyant force (F_a). 2. The factor that can cause a ship to sink is the mass of passengers or people who are very large, causing the value of gravity (W) to be even greater so that the value of gravity (W) is not the same as the buoyant force (F_a) or the value of $W > F_a$. 3. So that the ship does not sink, the mass of passengers or people must be less than the buoyant force or the value of $W < F_a$, so that the ship can float on the surface of the water.

Keywords: Archimedes' Law, Density, Acceleration of Gravity, Mass, Volume



PENDAHULUAN

Waduk Kedung Ombo merupakan Sebuah bendungan raksasa yang berada di Jawa Tengah. Waduk ini memiliki luas 6.576 hektare dan berada di tiga wilayah, yakni Kabupaten Boyolali, Grobogan, dan Sragen. Wadung Kedung Ombo mulai dibangun pada tahun 1985 dan mulai dioperasikan mulai tahun 1991 hingga saat ini. Wadung ini memiliki beberapa manfaat untuk lingkungan di sekitarnya, seperti irigasi, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), perikanan, pariwisata, mencegah banjir, dan penampungan air. Untuk pariwisata, waduk Kedung Ombo ini menyediakan beberapa fasilitas penunjang seperti, warung makan apung, jetsky, speedboat, bebek air, perahu air, kuda, dan juga playground.

Akan tetapi, pernah terjadi kecelakaan di mana perahu air yang sedang beroperasi tenggelam. Kejadian tenggelamnya kapal air ini menjadi perbincangan masyarakat sekitar waduk, bahkan sampai ke masuk ke dalam berita internet. Dalam salah satu web berita, tepatnya pada beritasatu.com pada tanggal 19 Mei 2021, terjadi peristiwa tenggelamnya kapal di Waduk Kedung Ombo, dimana dalam kasus tersebut menewaskan 9 orang.

Sebagaimana definisi hukum Archimedes menurut Calloni et al, hukum Archimedes merupakan suatu hukum yang menyatakan bahwa setiap benda tercelup ke dalam suatu zat cair ataupun fluida sebagian maupun seluruh bagiannya, maka benda tersebut akan memiliki gaya dorong ke atas atau yang disebut gaya apung. Gaya dorong yang diterima tersebut besarnya akan sama dengan berat cairan ataupun fluida yang dipindahkan oleh benda tersebut. Terdapat tiga kemungkinan yang akan

terjadi, yakni benda tersebut mengapung, melayang, atau tenggelam

Bunyi hukum Archimedes tak jauh dari pengertiannya. Menurut Say (2018), hukum Archimedes menyatakan bahwa, jika sebuah benda dicelupkan ke dalam zat cair, maka benda tersebut akan mendapatkan gaya ke atas sebesar berat zat cair yang dipindahkannya. Dimana, persamaan

$$F_a = \rho \times g \times V$$

dapat dinyatakan berbanding lurus dengan massa jenis fluida, percepatan gravitasi serta volume benda.

Dalam kaitannya dengan materi tekanan hidrostatis dan hukum archimedes ini, kami akan melakukan sebuah penelitian dengan menganalisis tenggelamnya kapal di Waduk Kedung Ombo. Di mana penelitian ini untuk mengetahui mengapa kapal dapat terapung dan juga tenggelam, faktor yang menjadi penyebab kapal tenggelam di Waduk Kedung Ombo, dan untuk mengetahui cara untuk mencegah terjadinya kapal tenggelam.

METODE

Pada artikel ini kami menggunakan metode penelitian kualitatif. Definisi dari Ali dan Yusuf menekankan pada ketidakhadiran penggunaan alat-alat statistik dalam penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif ini terdapat berbagai macam yaitu setidaknya ada delapan jenis penelitian kualitatif, yakni etnografi (*ethnography*), studi kasus (*case studies*), studi dokumen/teks (*document studies*), observasi alami (*natural observation*), wawancara terpusat (*focused interviews*), fenomenologi (*phenomenology*), grounded theory, studi sejarah (*historical research*). Dari

kedelapan macam metode penelitian kualitatif tersebut, kami menggunakan metode kualitatif studi dokumen/teks (*document studies*). Kami membaca beberapa dokumen tentang tenggelamnya kapal di waduk Kedung Ombo, lalu kami menganalisis apa yang menjadi penyebab tenggelamnya kapal tersebut menggunakan konsep hukum Archimedes. Metode penelitian menggunakan tiga variabel yaitu variabel bebas, kontrol, dan terikat. Di mana variabel bebas berisi massa, variabel kontrol berisi massa jenis air dan percepatan gravitasi, dan variabel terikat berisi hukum Archimedes

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada kasus kapal dapat terapung dan tenggelam di dalam air dikarenakan adanya gaya apung dan juga gaya berat. Dimana ketika kapal itu terapung jika massa jenis benda itu lebih kecil dari massa jenis air. Sedangkan benda akan tenggelam jika massa jenis benda lebih besar dari massa jenis air.

Sesuai dengan hukum Archimedes, salah satu faktor yang dapat menyebabkan kapal tenggelam di waduk Kedung Ombo ialah nilai $W > F_a$, dimana W adalah gaya berat (N) dan F_a adalah gaya apung. Gaya apung adalah sebuah benda mengapung pada sebuah fluida jika kerapatannya lebih kecil daripada kerapatan fluida (Imawan 1997:330) sedangkan gaya berat merupakan gaya yang diakibatkan percepatan gaya gravitasi terhadap suatu benda yang bermassa. Dimana W dirumuskan massa dikali dengan percepatan gravitasi bumi, dalam hal ini massa yang dimaksud adalah massa orang atau penumpang kapal (kg). Ketika nilai massa bertambah besar maka nilai gaya berat (W) juga akan semakin besar karena massa (m) sebanding dengan gaya berat (W). Dalam kasus tenggelamnya kapal di waduk Kedung Ombo ini, massa orang

atau penumpang terlalu berat sehingga menyebabkan nilai W lebih besar dari F_a (gaya apung) sehingga kapal menjadi tenggelam. Dimana dalam kasus ini nilai W untuk kapasitas 14 orang sebesar 9.100 N dan untuk kapasitas 20 orang sebesar 13.000 N. Kemudian didapat juga data F_a sebesar 9.800 N.

Selain gaya berat, banyak faktor lain yang dapat mempengaruhi suatu kapal tenggelam yaitu, kondisi kapal dan faktor alam. Kondisi kapal juga menjadi faktor penting yang menentukan keselamatan kapal dalam berlayar. Saat berlayar sebuah kapal harus dengan kondisi dan perawatan yang baik. Salah satu contohnya adalah kebocoran pada badan kapal, hal ini dapat menyebabkan air masuk ke dalam kapal. Oleh karena itu perlu adanya perawatan dan pompa air supaya dapat meminimalisasi air yang masuk ke dalam kapal jika terjadi sesuatu yang tidak diinginkan. Pompa air harus dalam kondisi baik agar berfungsi ketika air masuk ke kapal. Selain perawatan pompa, yang harus diperhatikan adalah perawatan mesin, kondisi badan kapal, dan kemudi kapal. Minimnya perawatan kapal menyebabkan badan kapal rentan bocor dan akhirnya tenggelam. Faktor alam juga dapat menjadi salah satu penyebab tenggelamnya kapal di waduk Kedung Ombo ini. Salah satunya adalah faktor cuaca buruk yang sangat mempengaruhi perjalanan kapal.

Untuk membuat kapal menjadi terapung di atas permukaan air nilai dari gaya berat harus lebih kecil dari gaya apung. Jika nilai gaya berat lebih kecil dari nilai gaya apung maka kapal akan terapung atau muncul di atas permukaan air.

Pada 28 November 2022 kami membaca beberapa dokumen/teks tentang tenggelamnya kapal di waduk kedung ombo. Dalam dokumen atau teks yang telah dibaca, kami mendapatkan data yaitu terjadi

kelebihan muatan akibat pada kapal yang ditumpangi oleh 20 penumpang sedangkan kapasitas maksimalnya adalah 14 orang.

Hukum Archimedes menjelaskan hubungan besarnya gaya yang diberikan zat cair terhadap benda yang berinteraksi dengannya. Jika benda dicelupkan ke dalam zat cair, maka benda itu akan mendapat gaya ke atas yang sama besar dengan berat zat.

Berdasarkan hukum Archimedes, gaya apung dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$F_a = \rho \times g \times V$$

Keterangan :

V = volume zat cair yang dipindahkan

F_a = Gaya apung

ρ = Massa Jenis

g = Percepatan Gravitasi

Dengan hukum Archimedes, dapat dilihat benda dapat tenggelam dan juga terapung.

1. Benda Tenggelam

Benda disebut tenggelam dalam zat cair apabila posisi benda selalu terletak pada dasar tempat zat cair berada. Dalam keadaan seimbang maka $W = N + F_a$ sehingga:

$$W > F_a$$

$$mg > \rho \cdot g \cdot V$$

Keterangan:

W : gaya berat

F_a : gaya apung

m : massa

g : gaya gravitasi

ρ : massa jenis

V : volume

2. Benda Terapung

Benda terapung dalam zat cair apabila posisi benda sebagian muncul di

permukaan zat cair dan sebagian terbenam dalam zat cair. Pada benda terapung terdapat dua gaya yaitu : F_a dan W. Dalam keadaan seimbang maka :

$$W < F_a$$

$$m \cdot g < \rho \cdot g \cdot V$$

$$\rho_b \cdot g \cdot V_1 < \rho_f \cdot g \cdot V_2$$

$$V_1 < V_2$$

$$\rho_1 < \rho_2$$

Keterangan:

W : gaya berat

F_a : gaya apung

m : massa

g : gaya gravitasi

ρ : massa jenis

V : volume

ρ_b : massa jenis benda terapung

ρ_f : massa jenis zat cair

V₁ : volume benda

V₂ : volume zat cair

KESIMPULAN

Dari analisis tenggelamnya kapal di waduk Kedung Ombo menggunakan konsep hukum archimedes, dapat disimpulkan, pertama, Kapal dapat terapung di atas permukaan air jika gaya berat (W) sama dengan gaya apung (F_a). Kemudian kapal juga dapat tenggelam jika nilai gaya berat (W) lebih besar dari gaya apung (F_a). Kedua, faktor yang dapat menyebabkan kapal tenggelam adalah massa penumpang atau orang yang sangat besar sehingga menyebabkan nilai gaya berat (W) semakin besar pula sehingga nilai gaya berat (W) tidak sama dengan gaya apung (F_a) atau nilai $W > F_a$. Ketiga, supaya kapal tidak tenggela maka massa penumpang atau orang harus kurang dari gaya apung atau nilai $W < F_a$, sehingga kapal bisa terapung di atas permukaan air dan tidak tenggelam

DAFTAR PUSTAKA

- Sirait, Ratni. (2018). Pengaruh Massa Terhadap Kecepatan dan Percepatan berdasarkan Hukum II Newton Menggunakan Linier Air Track. *In Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi* (Vol. 2, Issue 2).
- Gideon, S., & Tarigan, E. R. (2020). Penentuan Massa Jenis Oli secara Sederhana dengan Hukum Archimedes. *Physics Education Research Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.21580/perj.2020.2.1.5058>.
- Putra, I. G. W., Weking, A. I., & Jasa, L. (2018). Putra, I. G. W., Weking, A. I., & Jasa, L. Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(3). <https://doi.org/10.24843/mite.2018.v17i03.p13>.
- Kasli, E., & Aminullah, A. (2016). Pengaruh massa jenis terhadap tekanan hidrostatik. *Jurnal Pendidikan Geospesfer*, 1.
- Loseta, F. P. Indra. (2022). Tekanan Hidrostatik dan Penerapan dalam Kehidupan Sehari-hari. <https://akupintar.id/info-pintar/blogs/tekanan-hidrostatik-dan-penerapan-dalam-kehidupan-sehari-hari>.
- Putra, D. P., Chrismianto, D., & Iqbal, M. (2016). Analisa Seakeeping Dan Prediksi Motion Sickness Incidence (MSI) Pada Kapal Perintis 500 Dwt Dalam Tahap Desain Awal (Initial Design). *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(3).
- Ariyanto, M. (2015). Sensor Fusion Menggunakan Accelerometer Rate Gyro (Arg) Untuk Estimasi Sudut Euler Pada Wahana Terbang. *Rotasi*, 17(2). <https://doi.org/10.14710/rotasi.17.2.84-92>.
- Edhi, S., Hasan, M., & Husaini, H. (2018). Analisis Dinamis Riwayat Waktu Jembatan Gantung Akibat Pejalan Kaki Dan Kendaraan Roda Dua. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(4). <https://doi.org/10.24815/jts.v1i4.10046>.
- Lekatompessy, S. T. A., & Latuhihin, G. R. (2021). Studi Eksperimental Laju Korosi Pada Kapal Baja. *ALE Proceeding*, 1. <https://doi.org/10.30598/ale.1.2018.70-73>.
- Yulianto, E., Rofingah, J., Finda, A., & Hakim, F. N. (2016). Menentukan Tegangan Permukaan Zat Cair. *Spektra : Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 2(2). <https://doi.org/10.32699/spektra.v2i2.18>.
- Gunawan, I., Pranowo, W. S., & Sukoco, N. B. (2022). Studi Karakteristik Massa Air Laut di Perairan Timur Indonesia dengan Memanfaatkan Data Argo Float. *Jurnal Chart Datum*, 5(2). <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v5i2.151>.
- Arijanto, *, Yohana, E., & Sinaga, F. T. H. (2015). Analisis Pengaruh Kekentalan Fluida Air Dan Minyak Kelapa Pada Performansi Pompa Sentrifugal. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 3(2).
- Suciarahmat, A., & Pramudya, Y. (2015). Aplikasi Sensor Smartphone dalam Eksperimen Penentuan Percepatan Gravitasi (Halaman 10 s.d. 13). *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(55). <https://doi.org/10.22146/jfi.24365>.
- Krishnastana, A. K., Jasa, L., & Weking, A. I. (2018). Studi Analisis Perubahan Debit dan Tekanan Air Pada Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(2).

<https://doi.org/10.24843/mite.2018.v17i02.p14>.

Huda, A. L., Wardani, S. P. R., & Suharyanto, S. (2019). Evaluasi Tekanan Air Pori dan Rembesan Pada Bendungan Panohan. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 4(2). <https://doi.org/10.33366/rekabuana.v4i2.1372>

Mustain, I. (2020). Penurunan Tekanan pada Pompa Air Laut pada Mesin Induk Kapal. *Majalah Ilmiah Gema Maritim*, 22(1). <https://doi.org/10.37612/gema-maritim.v22i1.48>.