

Analisis Gaya Apung Dalam Olahraga *Water Tubing*

Gatut Rubiono¹⁾, Nurida Finahari²⁾

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Banyuwangi, Jl. Ikan Tongkol 01 Banyuwangi 68416

² Prodi Teknik Mesin Universitas Widyagama, Jl Borobudur Indah 3, Malang

Email: g.rubiono@unibabwi.ac.id

Abstrak

Water tubing merupakan olahraga air yang menggunakan ban dalam untuk mengarungi sungai. Olahraga ini menjadi daya tarik wisata sehingga termasuk dalam pengembangan *sport tourism*. *Water tubing* merupakan fenomena benda apung dimana suatu benda akan mengapung di atas permukaan air jika gaya apung benda lebih besar dari gaya berat bendanya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis gaya apung dalam olahraga *water tubing*. Analisis dilakukan dengan membandingkan gaya apung dan gaya berat. Berat benda diasumsikan sebagai jumlah berat ban dan berat orang dengan variasi 50 kg sampai 100 kg dengan interval 5 kg. Ban dalam dibedakan tiga jenis berdasarkan ukuran diameter. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Hasil analisis menunjukkan bahwa tiga jenis ban dan variasi berat benda memberikan gaya apung yang lebih besar dibandingkan gaya beratnya.

Kata kunci: analisis, gaya, apung, berat, water tubing

Abstract

Water tubing is a water sport that uses an inner tube to wade through the river. This sport is a tourist attraction so it is included in the development of sport tourism. *Water tubing* is a floating object phenomenon where an object will float on the surface of the water if the buoyant force of the object is greater than its weight. This study aims to analyze the buoyant force in water tubing. The analysis is done by comparing buoyancy and weight force. The weight of the object is assumed to be the sum of the weight of the tires and the weight of the person with a variation of 50 kg to 100 kg with an interval of 5 kg. There are three types of inner tubes based on the diameter size. The calculation results are displayed in the form of tables and graphs. The results of the analysis show that three types of tires and variations in weight of objects provide a buoyant force that is greater than its weight force.

Keywords: analysis, force, buoyance, weight, water tubing

1. PENDAHULUAN

Dunia arung jeram di Indonesia sedang mengalami perkembangan yang pesat. Banyak sekali bermunculan perkumpulan-perkumpulan arung jeram, dan terbentuknya divisi-divisi baru khusus arung jeram pada perkumpulan pecinta alam [1]. *Tubing* merupakan kegiatan berselancar di atas aliran sungai dengan menggunakan ban dalam truk atau bus (ban berukuran besar) yang didesain sedemikian rupa agar dapat menampung seseorang di atasnya [2]. *River tubing* adalah olahraga arus deras yang juga disebut dengan *body rafting* sebagai alternatif aktivitas luar ruangan yang menantang selain arung jeram dan kayak. *Tubing* dikenal karena penggunaan ban dalam kendaraan yang dialih fungsikan menjadi perlengkapan yang membawa wisatawan mengarungi sungai [3]. Olahraga *tubing* dapat dilakukan di berbagai karakter sungai, danau dan pantai yang menarik [4].

Fun tubing merupakan hiburan keseruan bermain air dengan mengikuti arus sungai yang mengalir dan menguji adrenalin para wisatawan [5]. Konsep *sport tourism* pada olahraga *river tubing* dapat dijadikan ikon desa yang akan berdampak

pada kesejahteraan masyarakat desa [6]. Pengembangan wisata sungai melibatkan interaksi dalam masyarakat sehingga membawa perubahan sosial budaya, ekonomi, dan lingkungan [7]. *River tubing* memberikan dampak positif bagi desa seperti mengurangi pengangguran, menambah penghasilan kas desa dan peningkatan perekonomian [8]. *Tubing* sebagai olahraga mampu memberikan kesehatan, keceriaan dan rasa peduli terhadap lingkungan sekitar [4].

Water tubing menjadi salah satu potensi wisata alam yang mendukung *sport tourism* [9]. Melalui *sport tourism*, *water tubing* adalah pengembangan atraksi wisata [5] dan olahraga rekreasi [6]. Olahraga *tubing* memiliki berbagai bentuk produk dan keunikan yang banyak memberikan kesehatan, keceriaan dan menginspirasi banyak orang untuk peduli terhadap lingkungan [4].

Penelitian wisata *water tubing* telah dilakukan antara lain untuk perlindungan hukum pengelolaan usaha *tubing* [2], pengelolaan olahraga [1], survei usaha [8] dan perubahan sosial di masyarakat [7]. Wisata *tubing* juga menjadi bagian

kegiatan pengabdian masyarakat antara lain dalam pengembangan fasilitas [10], pengembangan sumber daya manusia untuk pengelolaan [3] dan pengembangan desain wisata [11].

Aktivitas *tubing* secara fisik dapat dianggap sebagai sebuah benda yang mengapung di atas permukaan air. Benda mengapung di atas permukaan air dianalisis menggunakan prinsip Archimedes. Prinsip Archimedes adalah salah satu hukum fisika dan mekanika fluida yang paling penting. Pada dasarnya prinsip tersebut menyatakan bahwa suatu benda yang dicelupkan ke dalam zat cair akan mendapat gaya apung sebesar berat zat cair yang dipindahkannya. Prinsip yang mungkin merupakan hukum paling mendasar dalam hidrostatis, menjelaskan banyak fenomena alam baik dari sudut pandang kualitatif maupun kuantitatif [12].

Sejarah mengatakan bahwa Archimedes merumuskan hukumnya yang terkenal lebih dari 2000 tahun yang lalu bahwa “bila sebuah benda dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam fluida, gaya apung benda sama dengan berat cairan yang dipindahkan”. Definisi alternatif dari besarnya gaya apung adalah “bila sebuah benda dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam fluida, maka gaya apung sama dengan jumlah gaya luar tekanan hidrostatis yang bekerja pada benda tersebut” [13].

Hukum Archimedes menyatakan bahwa besarnya gaya ke atas yang dihasilkan oleh fluida pada suatu benda sama dengan massa fluida yang dipindahkan oleh benda tersebut. Agar benda mengapung, gaya ke atas, F_a , harus lebih besar dari berat pelampung, W_b [14]. Ketika suatu benda terendam seluruhnya atau sebagian dalam suatu fluida, gaya apung dari fluida di sekitarnya bekerja pada benda tersebut. Kekuatan ini diarahkan ke atas dan memiliki besar yang sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda. Secara logika, ketika sebuah benda yang ringan dibenamkan dalam zat cair maka benda akan terdorong ke atas hingga mengapung [15].

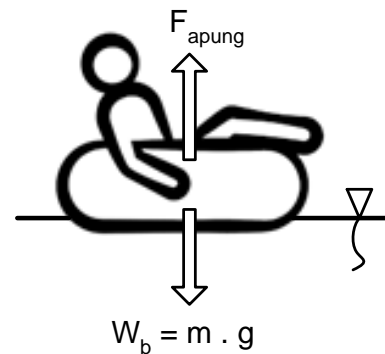
Fenomena benda mengapung terjadi dalam kehidupan sehari-hari, termasuk dalam olahraga *water tubing*. Untuk menganalisis fenomena *water tubing* maka agar mengapung, ban dalam dan orang yang berada di atasnya harus memiliki berat yang lebih ringan daripada massa fluida yang dipindahkan. Sehingga, berat jenis atau densitas benda harus lebih kecil dari densitas air. Ban dalam yang digunakan di olahraga *water tubing* harus memenuhi prinsip Archimedes. Gaya apung yang dihasilkan harus lebih besar dari gaya beratnya.

Analisis gaya apung dalam *water tubing* perlu dilakukan karena dalam olahraga ini, ban yang digunakan harus selalu mengapung di permukaan air sungai. Ban juga memerlukan keseimbangan saat ban yang dibebani seseorang bergerak di atas air. Langkah awal analisis keseimbangan adalah dengan melakukan kajian

gaya apungnya. Untuk itu diperlukan suatu kajian yang bertujuan untuk mendapatkan menganalisis gaya apung dalam olahraga *water tubing*.

2. METODE PENELITIAN

Seseorang yang berada di atas ban dalam di permukaan air diskemakan dalam bentuk diagram gaya seperti gambar 1. Permukaan air diasumsikan tidak bergelombang dan ban dalam diasumsikan tidak berpindah tempat.



Gambar 1. Diagram gaya *tubing*

Berdasarkan referensi [14]:

$$F_a > W_b \tag{1}$$

$$\rho_f \cdot g \cdot v_f > \rho_b \cdot g \cdot v_b \tag{2}$$

Dimana:

F_a = gaya apung (N)

W_b = gaya berat (N)

ρ_f = densitas fluida (kg/l)

g = konstanta gravitasi (m/dt^2)

v_f = volume fluida yang dipindahkan (lt)

ρ_b = densitas benda (kg/l)

v_b = volume benda (lt)

Gaya berat merupakan hasil kali massa benda dengan gravitasi bumi. Gaya berat ini harus lebih kecil dari gaya apung agar benda tersebut tidak tenggelam. Benda akan mengapung jika densitasnya lebih kecil dibandingkan dengan densitas fluida (air) sehingga $\rho_f > \rho_b$. Analisis selanjutnya dilakukan dengan membandingkan densitas benda (ban dalam dan satu orang) dengan densitas air. Ban dalam yang dijadikan acuan adalah ban dalam truk komersial yang ada di pasaran. Tiga ukuran ban yang berbeda digunakan dalam analisis.

Massa benda dianggap sebagai jumlah beban orang dan ban yang digunakan. Massa benda divariasikan sebesar 50 kg sampai 100 kg dengan rentang selisih sebesar 5 kg. Kisaran berat ini dilakukan dengan asumsi bahwa *water tubing* dilakukan oleh orang dewasa. Perbedaan ukuran diameter ban dalam dianggap memiliki perbedaan berat yang relatif kecil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ban dalam truk yang dianalisis berjumlah tiga dengan perbedaan ukuran diameter. Tiga jenis ban ini dinotasikan dengan A, B dan C. Dimensi ban dalam ditampilkan dalam tabel 1 berikut:

Tabel 1. dimensi ban dalam truk

Dimensi	A	B	C
Diameter luar (m)	0.75	0.85	0.95
Diameter dalam (m)	0.40	0.50	0.60
Jari-jari luar (m)	0.38	0.43	0.48
Jari-jari dalam (m)	0.20	0.25	0.30

Volume ban dalam yang berbentuk seperti donat dihitung dengan persamaan berikut:

$$V_b = \frac{1}{4} \times \pi^2 (R_l + R_d)(R_l - R_d)^2 \quad (3)$$

Hasil perhitungan volume ban dalam didapatkan untuk jenis A sebesar 0,043 m³, B sebesar 0,051 m³ dan C sebesar 0,059 m³. Densitas manusia (laki-laki) rata-rata sebesar 1,048 gr/cm³ [16]. Nilai densitas ini digunakan untuk menghitung volume manusia berdasarkan beratnya dimana densitas adalah berat dibagi dengan volume. Nilai densitas bahan karet adalah 1,12 gr/cm³ [17]. Nilai densitas udara (yang mengisi volume ban dalam) adalah 0,0011 gr/cm³ [18]. Berdasarkan data-data ini maka benda yang terdiri dari orang, karet ban dan udara memiliki densitas rata-rata sebesar 0,740 gr/cm³. Densitas air adalah 0,9937 gr/cm³ [19]. Perbandingan densitas rata-rata benda dengan densitas air menunjukkan bahwa densitas benda lebih kecil daripada densitas air. Perbedaan ini menunjukkan bahwa benda akan mengapung di permukaan air.

Hasil perhitungan gaya berat benda (W_b) ditampilkan di tabel 2. Gaya berat di tabel 2 menunjukkan bahwa gaya berat semakin besar jika massa orang bertambah besar. Hal ini sesuai dengan persamaannya dimana gaya berat adalah hasil kali massa dan konstanta gravitasi. Hasil perhitungan volume manusia (orang) ditampilkan di tabel 3. Volume orang di tabel 3 menunjukkan bahwa semakin besar massa orang maka volumenya akan bertambah besar pula. Hal ini sesuai dengan fenomena fisiknya dimana volume merupakan hasil kali massa dengan densitasnya. Nilai densitas air adalah 997 kg/m³ (0,997 gr/cm³) dan konstanta gravitasi 9,81 m/dt². Hasil perhitungan gaya apung di tabel 4. Volume dalam tabel 4 adalah volume orang ditambah volume ban.

Tabel 2. Gaya berat benda (W_b)

m _b (kg)	g (m/dt ²)	W _b (N)
50	9.81	490.50
55	9.81	539.55
60	9.81	588.60
65	9.81	637.65
70	9.81	686.70
75	9.81	735.75
80	9.81	784.80
85	9.81	833.85
90	9.81	882.90
95	9.81	931.95
100	9.81	981.00

Tabel 3. Volume orang dan volume ban (dalam satuan m³)

m _{or} (kg)	ρ _{or} (kg/m ³)	V _{or}
50	1.048	0.048
55	1.048	0.052
60	1.048	0.057
65	1.048	0.062
70	1.048	0.067
75	1.048	0.072
80	1.048	0.076
85	1.048	0.081
90	1.048	0.086
95	1.048	0.091
100	1.048	0.095

Tabel 4. Perhitungan gaya apung

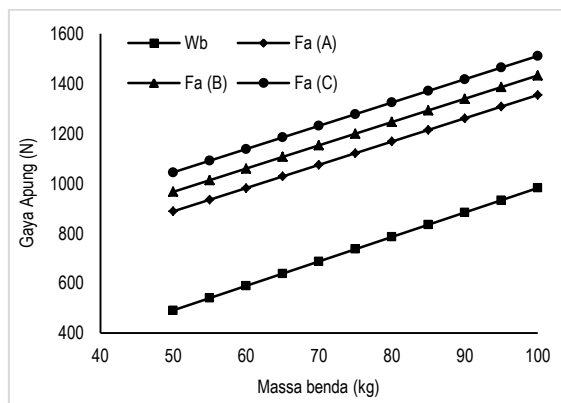
Volume (m ³)			Gaya Apung (N)		
A	B	C	F _a (A)	F _a (B)	F _a (C)
0.091	0.099	0.107	887.28	965.54	1043.79
0.095	0.103	0.111	933.95	1012.20	1090.46
0.100	0.108	0.116	980.62	1058.87	1137.12
0.105	0.113	0.121	1027.29	1105.54	1183.79
0.110	0.118	0.126	1073.95	1152.21	1230.46
0.115	0.123	0.131	1120.62	1198.87	1277.13
0.119	0.127	0.135	1167.29	1245.54	1323.79

0.124	0.132	0.140	1213.96	1292.21	1370.46
0.129	0.137	0.145	1260.63	1338.88	1417.13
0.134	0.142	0.150	1307.29	1385.55	1463.80
0.138	0.146	0.154	1353.96	1432.21	1510.47

Hasil perhitungan gaya apung di tabel 4 menunjukkan bahwa semakin besar volume ban dalam maka gaya apung yang dihasilkan juga semakin besar. Volume ini akan sesuai dengan volume air yang dipindahkan oleh volume benda sesuai dengan hukum Archimedes. Semakin besar ukuran diameter ban maka volume ban tersebut juga semakin besar. Besarnya volume ban maka volume air yang dipindahkan juga semakin besar sehingga gaya apungnya juga akan semakin besar.

Sesuai dengan prinsip pengapungan benda maka hasil perhitungan gaya berat di tabel 2 dan gaya apung di tabel 4 selanjutnya dapat dibandingkan untuk mendapatkan perbedaan antara gaya berat dan gaya apung. Perbedaan atau selisih ini menunjukkan fenomena pengapungan benda yang terjadi. Hal ini ditampilkan dalam bentuk grafik di gambar 2.

Grafik di gambar 2 menunjukkan bahwa semakin besar massa benda maka gaya berat dan gaya apung juga semakin besar. Grafik juga menunjukkan bahwa gaya berat relatif jauh lebih kecil dibandingkan dengan gaya apung tiga jenis ban. Perbedaan ini menunjukkan bahwa benda (ban dan orang) akan mengapung di atas permukaan air. Perbedaan gaya yang cukup besar ini akan menjaga benda agar tidak tenggelam ke dalam air.



Gambar 2. Grafik gaya apung vs gaya berat

Grafik di gambar 2 juga menunjukkan bahwa gaya apung untuk tiga jenis ban dalam dengan ukuran diameter yang berbeda lebih besar dibandingkan dengan gaya berat. Hal ini menunjukkan bahwa tiga jenis ban ini dapat mengapung di atas air dan dapat diaplikasikan untuk *water tubing*. Perbedaan yang relatif besar cukup menjamin pengapungan.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa semua variasi berat orang ditambah berat ban dalam

menghasilkan gaya apung yang lebih besar. Bahkan untuk orang dengan berat mendekati 100 kg, gaya apung yang dihasilkan masih dapat memberikan efek pengapungan yang relatif besar. Hal ini menunjukkan bahwa ban dalam truk yang dianalisis memiliki cukup kelayakan digunakan sebagai perangkat *water tubing*.

Analisis yang dilakukan masih memiliki keterbatasan antara lain pendekatan terhadap densitas orang, berat ban dalam, dan asumsi kondisi permukaan air yang tidak bergelombang. Gelombang air akan memberikan perilaku yang berbeda karena ban akan berposisi miring sehingga gaya berat dan gaya apung akan bekerja berdasarkan sudut kemiringan ban. Keterbatasan lain adalah asumsi bahwa pusat berat yang menjadi pusat gaya-gaya yang bekerja diasumsikan berada di tengah-tengah diameter ban. Hal ini dapat menjadi berbeda pada saat orang yang berada di atas ban tidak dapat memposisikan diri untuk mendapatkan titik berat seperti ini. Kemiringan ban juga akan sedikit menggeser pusat berat sehingga dapat berpotensi menghasilkan analisis yang berbeda.

4. Kesimpulan dan Keterbatasan

Analisis gaya apung dalam olahraga *water tubing* telah dilakukan. Ban dalam yang dikaji memiliki kelayakan untuk mendapatkan gaya apung yang lebih besar dibandingkan gaya berat. Analisis lebih lanjut dapat dilakukan dengan lebih mendekati pada fenomena fisik yang terjadi di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Firdaus and A. Komaini, "Tinjauan Pengelolaan Olahraga Rekreasi Arung Jeram Club Young Shark Rafting di Sungai Ombilin," *J. Stamina*, vol. 3, no. 1, pp. 55–66, 2020.
- [2] D. A. Fatimah, D. A. S. Dewi, and Suharso, "Perlindungan Hukum Pengelolaan Usaha Tubing Sebagai Destinasi Wisata Air di Kabupaten Magelang," in *the 6th University Research Colloquium 2017 Universitas Muhammadiyah Magelang ISSN*, 2017, pp. 329–338.
- [3] Musmuallim, H. Asyari, T. P. Adhiana, and R. A. Imran, "Kapasitas Sdm Pengelolaan Wisata Banjarn River Tubing Desa Beji," in *Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers "Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan VIII" 14-15 November 2018*, 2018, pp. 235–244.
- [4] I. W. Muliarta, "'Secara' Tubing di Bali (Sehat, Ceria dan Ramah Lingkungan

- Dengan Tubing),” in *Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA III*, 2013, pp. 246–253.
- [5] H. Tusadiah, Waryono, and F. Ferdian, “Potensi Atraksi Wisata Fun Tubing di Kawasan Objek Wisata Bendung Anai Korong Sakayan Nagari Pasielaweh Kabupaten Padang Pariaman”, Skripsi, Universitas Negeri Padang, 2017.
- [6] R. Susanto and M. Purnomo, “Pengembangan Olahraga Rekreasi River Tubing Melalui Sport Tourism,” *J. Prestasi Olahraga*, vol. 5, no. 3, pp. 9–14, 2022.
- [7] N. H. Rahma and R. B. Soemanto, “Kegiatan Wisata River Tubing Kali Pucung dan Perubahan Sosial pada Masyarakat (Studi Kasus pada Masyarakat Dusun Jlono, Desa Kemuning, Ngargoyoso, Karanganyar),” *J. Dev. Soc. Chang.*, vol. 4, no. 1, pp. 144–162, 2021,
- [8] H. A. Putra and Supriyono, “Survey Bisnis Wahana Olahraga Rekreasi Muncul River Tubing Kecamatan Banyubiru Kabupaten Semarang,” *Indones. J. Phys. Educ. Sport*, vol. 1, no. 2, pp. 447–452, 2020
- [9] W. Hadi and A. Yulianto, “Menggali Potensi Wisata Alam Untuk Kegiatan Sport Tourism di Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta,” *Khasanah Ilmu J. Pariwisata dan Budaya*, vol. 12, no. 2, pp. 1–9, 2021, doi: DOI 10.31294/khi.v12i2.11053.
- [10] C. F. Putri, F. Hunaini, and M. A. Sahbana, “Pengembangan Sarana Air Bersih, Fasilitas River Tubing dan Promosi Pada Lokasi Wisata Sungai,” in *SENASPRO 2016 / Seminar Nasional dan Gelar Produk*, 2016, pp. 594–600.
- [11] R. F. Pradipta, D. A. Dewantoro, and H. I. Oktaviani, “Grand Design Rafting dan Tubing di Desa Sukorejo Kecamatan Gondanglegi Kabupaten Malang Sebagai Desa Wisata Air,” *JURPIKAT (Jurnal Pengabd. Kpd. Masyarakat)*, vol. 2, no. 3, pp. 385–393, 2021, [Online]. Available: <https://doi.org/10.37339/jurpikat.v2i3.670>.
- [12] P. Mohazzabi, “Archimedes Principle Revisited,” *J. Appl. Math. Phys.*, vol. 5, no. 2017, pp. 836–843, 2017, doi: 10.4236/jamp.2017.54073.
- [13] A. Nergaard, “The Magic of Buoyancy and Hydrostatics –Buoyancy and Effective Forces,” *Mod. Appl. Sci.*, vol. 11, no. 12, pp. 77–83, 2017.
- [14] Karyadi, R. A. Nanda, F. M. Dewadi, Amir, and M. Rizkiyanto, “Archimedes’ Principle Applied to Buoy Design for Measuring Purposes in Offshore Illumination Conditions,” *J. Tek. Mesin Mech. Xplore*, vol. 3, no. 1, pp. 40–48, 2022.
- [15] F. Lima, G. M. Venceslau, and G. T. Brasil, “A Downward Buoyant Force Experiment,” *Rev. Bras. Ensino F.*, vol. 36, no. 2, pp. 1–6, 2016, doi: 10.1590/S1806-11172014000200009.
- [16] J. D. Vescovi and W. C. Miller, “Evaluation of the BOD POD for Estimating Percentage Body Fat in a Heterogeneous Group of Adult Humans,” *Eur J Appl Physiol*, vol. 85, no. 2001, pp. 326–332, 2001, doi: 10.1007/s004210100459.
- [17] M. Nasution, A. Aminullah, and B. Suhendro, “Pengaruh Perbedaan Ukuran Karet Ban Bekas Terhadap Sifat Mekanik,” *INERSIA, Informasi dan Ekspose Has. Ris. Tek. Sipil dan Arsit.*, vol. 16, no. 1, pp. 38–48, 2020, doi: 10.21831/inersia.v16i1.31314.
- [18] E. M. Sobich, “Kalkulasi Densitas Udara Berdasarkan Empat Besaran- Pengaruh dan Dampaknya pada Komparasi Dua Anak-Timbangan,” in *Prosiding Siptekgan XV*, 2011, pp. 87–93.
- [19] Z. Wang, S. Heshka, J. Wang, L. Wielopolski, and S. B. Heymsfield, “Magnitude and Variation of Fat-free Mass Density: a Cellular-level Body Composition Modeling Study,” *Am. J. Physiol. - Endocrinol. Metab.*, vol. 284, no. 2 47-2, pp. 267–273, 2003, doi: 10.1152/ajpendo.00151.2002.

