



Penerapan Prinsip Aksi Dan Reaksi: Hukum III Newton Dalam Gerakan Kapal Otok-Otok

Najwa Siti Rahma Abidin, A-isy Muna Waroh, Gistrin Dimitry Amora, Bayu Setiaji

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta,
Yogyakarta 55281, Indonesia.
e-mail: aisymuna.2023@student.uny.ac.id

Received: 16 12 2023. Accepted: 03 08 2024. Published: 08 2024

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan bagaimana hukum Newton III yang menyatakan bahwa setiap aksi memiliki reaksi yang sebanding tetapi berlawanan diterapkan pada kapal otok-otok. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif yaitu berupa uji coba eksperimen pada kapal otok-otok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aksi yang bekerja pada kapal otok-otok yaitu ketika air yang sudah dimasukkan ke dalam pipa kecil pada kapal otok-otok lalu diberi api dan menghasilkan uap mengakibatkan adanya dorongan ke belakang, mendorong air ke arah yang berlawanan. Reaksi yang dihasilkan adalah sebagai respons, kapal akan bergerak ke depan. Reaksi ini sebanding dengan aksi dorongan tekanan uap yang dihasilkan, tetapi berlawanan arah.

Kata Kunci: Hukum newton III, Gaya aksi-reaksi, kapal otok-otok

Application of the Principle of Action and Reaction: Newton's Third Law in the Motion of Otok-Otok Boat

Abstract

This study aims to explain how Newton's Third Law, which states that every action has an equal but opposite reaction, is applied to a pop-pop boat. The method used is quantitative, involving experimental testing on the pop-pop boat. The results of the study show that the action on the pop-pop boat occurs when water, which has been inserted into a small pipe in the boat, is heated with a flame to produce steam, resulting in a backward thrust that pushes water in the opposite direction. The resulting reaction is that the boat moves forward. This reaction is equal in magnitude to the steam pressure thrust produced, but in the opposite direction.

Keywords: Newton's law III, Action-reaction force, otok-otok boat

PENDAHULUAN

Kapal otok-otok adalah mainan berbentuk miniatur kapal dengan panjang sekitar 20 cm, lebar 5-6 cm, dan tinggi 4 cm yang terbuat dari kaleng. Nama "otok-otok" berasal dari suara yang dihasilkan mainan ini ketika dinyalakan. Mainan ini masih dapat dijumpai di pasar-pasar tradisional. Meskipun tampak sederhana, kapal otok-otok mengandung prinsip fisika yang menarik, yakni

Hukum Newton III (Masturoh, dkk., 2019).

Hukum Newton III berbunyi, "Jika suatu benda diberi gaya (aksi), maka benda tersebut akan memberikan gaya (reaksi) yang sama besar kepada si pemberi gaya, dengan arah yang berlawanan." Kapal otok-otok ini bekerja berdasarkan hukum tersebut (Munfaridah, dkk., 2017). Mainan yang populer di kalangan anak-anak pada tahun 1990-an ini menggunakan bahan



dasar seng dan cara bermain yang unik, yakni dengan pembakaran agar kapal dapat bergerak. Meskipun popularitasnya tidak sebesar dahulu, kapal otok-otok masih disukai oleh banyak orang, terutama mereka yang bernostalgia dengan masa kecil (Maulani, dkk., 2021).

Kapal otok-otok menggunakan prinsip tekanan uap air yang dipanaskan oleh api kecil di dalam mainan. Pemanasan pada pipa kapal menyebabkan perbedaan suhu yang mengakibatkan air keluar masuk melalui pipa knalpot, mendorong kapal bergerak. Dengan harga yang terjangkau dan keunikan yang tidak dimiliki mainan modern, kapal otok-otok menjadi primadona di era 1990-an (Suwito, 2021). Orang berusia 20-30 tahun mungkin pernah merasakan sensasi memainkan kapal otok-otok khas Indonesia ini (Utami, 2022).

Keunikan kapal otok-otok menjadikannya mainan yang mengandung unsur budaya, sejarah, edukasi, dan estetika yang tinggi. Selain sebagai mainan anak-anak, kapal otok-otok juga merupakan salah satu kebanggaan Indonesia. Kapal ini memiliki nilai filosofi yang tinggi, di mana para pengrajin selalu menyematkan bendera merah putih sebagai wujud nasionalisme (Ruwanto, 2004).

Mainan tradisional berbahan seng ini adalah salah satu mainan unik di Indonesia yang bekerja menggunakan prinsip tekanan uap sebagai pendorong. Hukum III Newton tentang gerak menyatakan bahwa bila suatu benda melakukan gaya pada benda lainnya, maka akan timbul gaya yang besarnya sama dengan arah yang berlawanan (Saxena & Bedoya, 2013). Dalam konteks ini, gaya aksi adalah gaya yang bekerja pada benda, sedangkan gaya reaksi adalah gaya reaksi benda akibat gaya aksi. Hukum ini menyatakan bahwa tidak ada gaya yang muncul sendirian, melainkan selalu berpasangan (Ruwanto, 2004).

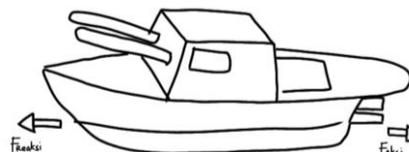
Tujuan penelitian ini adalah menjelaskan penerapan Hukum Newton III pada kapal otok-otok, dengan fokus pada gaya yang terlibat dalam pergerakan kapal dan respon kapal terhadap gaya eksternal.

BAHAN DAN METODE

Penelitian kuantitatif bertujuan menguji teori yang berlaku untuk menentukan kebenarannya. Salah satu metode yang digunakan dalam penelitian kuantitatif adalah survei dan eksperimen. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui pengaruh variabelindependen (treatment/perlakuan) terhadap variabel dependen (hasil) dalam kondisi yang terkendali (Maulani, dkk., 2021).

Pada bagian bawah perahu otok-otok, terdapat dua pipa kecil yang menyerupai knalpot. Air dimasukkan ke dalam pipa-pipa kecil ini hingga memenuhi wadah penampung air yang terdapat di dalam perahu. Kapas yang telah dilumuri minyak kelapa (atau minyak goreng) kemudian dibakar dan dimasukkan ke dalam kapal melalui bagian atas yang terbuka. Api yang dihasilkan dari pembakaran kapas ini akan memanaskan air dalam wadah penampung air di dalam perahu (Masturoh, dkk., 2019).

Air yang dipanaskan akan menguap dan mendesak keluar melalui pipa kecil. Gaya aksi yang ditimbulkan dari uap yang keluar menyebabkan air memberikan gaya reaksi yang mendorong perahu. Gaya reaksi dari air inilah yang menyebabkan perahu dapat bergerak (Munfaridah, dkk., 2017).



Gambar 1. Struktur gaya yang ada pada kapal otok-otok

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. kapal otak-otok

1.1. $Faksi = 25\text{gram} \times a$

$$a = \frac{8,249 - 0}{10,134} = 0,8$$

$$Faksi = 25 \times 0,8 = 20 \approx 0,02 \text{ N}$$

1.2. $Faksi = 25\text{gram} \times a$

$$a = \frac{7,371 - 0}{8,873} = 0,8$$

$$Faksi = 25 \times 0,8 = 20 \approx 0,02 \text{ N}$$

1.3. $Faksi = 25\text{gram} \times a$

$$a = \frac{8,127 - 0}{10,471} = 0,8$$

$$Faksi = 25 \times 0,8 = 20 \approx 0,02 \text{ N}$$

$$Faksi = \frac{0,02+0,02+0,02}{3} = 0,02 \text{ N}$$

2. Kapal otak-otok dengan pensil

2.1. $Faksi = 25,9 \text{ gram} \times a$

$$a = \frac{7,164 - 0}{11,486} = 0,6$$

$$Faksi = 25,9 \times 0,6 = 15,5 \approx 0,0155 \text{ N}$$

2.2. $Faksi = 25,9 \text{ gram} \times a$

$$a = \frac{4,339 - 0}{12,161} = 0,4$$

$$Faksi = 25,9 \times 0,4 = 10,4 \approx 0,0104 \text{ N}$$

2.3. $Faksi = 25,9 \text{ gram} \times a$

$$a = \frac{3,544 - 0}{13,850} = 0,26$$

$$Faksi = 25,9 \times 0,26 = 6,73 \approx 0,00673 \text{ N}$$

$$Faksi = \frac{0,0155 + 0,0104 + 0,00673}{3} = 0,011 \text{ N}$$

3. kapal otak-otok corong

3.1. $Faksi = 26,2 \text{ gram} \times a$

$$a = \frac{12,97-0}{6,8} = 1,9$$

$$Faksi = 26,2 \times 1,9 = 49,8 \approx 0,0498 \text{ N}$$

3.2. $Faksi = 26,2 \text{ gram} \times a$

$$a = \frac{10,73 - 0}{6,42} = 1,7$$

$$Faksi = 26,2 \times 1,7 = 44,5 \approx 0,0445 \text{ N}$$

3.3. $Faksi = 26,2 \text{ gram} \times a$

$$a = \frac{11,28 - 0}{7,432} = 1,5$$

$$Faksi = 26,2 \times 1,5 = 39,3 \approx 0,0393 \text{ N}$$

$$Faksi = \frac{0,0498 + 0,0445 + 0,0393}{3} = 0,04 \text{ N}$$

4. Kapal otak-otok dengan kalung

4.1. $Faksi = 30 \text{ gram} - a$

$$a = \frac{7,372 - 0}{10,134} = 0,7$$

$$Faksi = 30 \times 0,7 = 21 \approx 0,021 \text{ N}$$

4.2. $Faksi = 30 \text{ gram} - a$

$$a = \frac{6,919 - 0}{10,134} = 0,7$$

$$Faksi = 30 \times 0,7 = 21 \approx 0,021 \text{ N}$$

4.3. $Faksi = 30 \text{ gram} - a$

$$a = \frac{5,630 - 0}{9,628} = 0,6$$

$$Faksi = 30 \times 0,6 = 18 \approx 0,018 \text{ N}$$

$$Faksi = \frac{0,021 + 0,021 + 0,018}{3} = 0,02 \text{ N}$$

5. Kapal otak-otok dengan klip

5.1. $Faksi = 25,5 \text{ gram} \times a$

$$a = \frac{8,301 - 0}{7,770} = 1,1$$

$$Faksi = 25,5 \times 1,1 = 28,1 \approx 0,0281 \text{ N}$$

5.2. $Faksi = 25,5 \text{ gram} \times a$

$$a = \frac{9,691 - 0}{8,445} = 1,2$$

$$Faksi = 25,5 \times 1,2 = 30,6 \approx 0,0306 \text{ N}$$

5.3. $Faksi = 25,5 \text{ gram} \times a$

$$a = \frac{8,809 - 0}{7,770} = 1,2$$

$$Faksi = \frac{0,0281 + 0,0306 + 0,0306}{3} = 0,03 \text{ N}$$

6. Kapal otok-otok dengan 1 cincin

6.1. $Faksi = 26,6 \text{ gram} \times a$

$$a = \frac{6,071 - 0}{11,486} = 0,5$$

$$Faksi = 26,6 \times 0,5 = 13,3 \approx 0,0133 \text{ N}$$

6.2. $Faksi = 26,6 \text{ gram} \times a$

$$a = \frac{7,171 - 0}{10,472} = 0,7$$

$$Faksi = 26,6 \times 0,7 = 18,6 \approx 0,0186 \text{ N}$$

6.3. $Faksi = 26,6 \text{ gram} \times a$

$$a = \frac{6,485 - 0}{9,459} = 0,7$$

$$Faksi = 26,6 \times 0,7 = 18,6 \approx 0,0186 \text{ N}$$

$$Faksi = \frac{0,0133 + 0,0186 + 0,0186}{3} = 0,05 \text{ N}$$

7. Kapal otok-otok dengan 2 cincin

7.1. $Faksi = 28,4 \text{ gram} \times a$

$$a = \frac{7,025 - 0}{11,48} = 0,6$$

$$Faksi = 28,4 \times 0,6 = 17,0 \approx 0,0170 \text{ N}$$

7.2. $Faksi = 28,4 \text{ gram} \times a$

$$a = \frac{7,777 - 0}{10,472} = 0,7$$

$$Faksi = 28,4 \times 0,7 = 19,9 \approx 0,0199 \text{ N}$$

7.3. $Faksi = 28,4 \text{ gram} \times a$

$$a = \frac{7,218 - 0}{9,121} = 0,8$$

$$Faksi = 28,4 \times 0,8 = 22,7 \approx 0,0227 \text{ N}$$

$$Faksi = \frac{0,0170 + 0,0199 + 0,0227}{3} = 0,02 \text{ N}$$

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan pembuktian Hukum Newton III, yang menyatakan bahwa jika benda A memberikan gaya sebesar F kepada benda B, maka benda B akan memberikan gaya sebesar -F kepada benda A. Meskipun besar gaya tersebut sama, arahnya berlawanan.

Hukum ini dikenal sebagai hukum aksi-reaksi, di mana F adalah aksi dan -F adalah reaksinya. Hukum III Newton menyatakan bahwa "setiap aksi memiliki reaksi yang sebanding." Jika suatu benda memberikan gaya pada benda lain, benda yang menerima gaya tersebut akan memberikan gaya yang sama besar tetapi berlawanan arah. Hukum ini menggambarkan konsep aksi-reaksi dan sebab-akibat (Ruwanto, 2004).

Kapal mainan otok-otok dirancang dengan dua pipa kecil menyerupai knalpot pada bagian bawah kapal. Air dimasukkan ke dalam pipa-pipa kecil ini dan ditampung dalam wadah di dalam kapal. Sumbu kapas yang telah dilumuri minyak diletakkan di bawah ketel dan kemudian dibakar. Pembakaran sumbu kapas tersebut akan memanaskan air dalam wadah penampung hingga menghasilkan uap yang mendesak keluar melalui pipa kecil tadi. Gaya aksi yang ditimbulkan dari uap yang keluar menyebabkan air memberikan gaya reaksi yang mendorong kapal ke depan. Sesuai dengan Hukum III Newton, besaran gaya reaksi selalu sama dengan besaran gaya aksi namun bertindak ke arah yang berlawanan (Kanginan, 2013).

Penelitian ini dilakukan sebanyak 21 kali dengan berbagai macam massa yang berbeda. Massa pertama kapal otok-otok adalah 25 gram. Massa tambahan yang diuji meliputi: kapal otok-otok dengan pensil: 25,9 gram, kapal otok-otok dengan corong kecil: 26,2 gram, kapal otok-otok dengan kalung: 30 gram, kapal otok-otok dengan klip: 25,5 gram, kapal otok-otok dengan satu cincin: 26,6 gram, kapal otok-otok dengan dua cincin: 28,4 gram.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin berat massa yang diberikan pada kapal otok-otok, kecepatan kapal semakin melambat. Ini berarti bahwa jika massa bertambah, maka kecepatannya akan berkurang (Maulani, dkk., 2021).

Gaya aksi dan gaya reaksi yang bekerja pada penelitian ini sesuai dengan konsep Hukum Newton III: "Untuk setiap gaya aksi yang dilakukan, selalu ada gaya reaksi yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan atau gaya interaksi antara dua benda selalu sama besar tetapi berlawanan arah" (Kanginan, 2013). Hukum III Newton juga memberikan solusi untuk melawan gaya

gravitasi yang terus-menerus menarik benda ke pusat bumi. Para ilmuwan telah membuat kemajuan signifikan dalam menciptakan mesin yang menghasilkan gaya reaksi menggunakan udara, memungkinkan dorongan untuk mengatasi hambatan udara (Saxena & Bedoya, 2013). Data diperoleh dari hasil mentracker:

1. kapal otok-otok

No	V(m/s)	t/s
1.	8,249	10,249
2.	7,371	8,873
3.	8,127	10,471

2. Kapal otok-otok dengan pensil

No	V(m/s)	t(s)
1.	7,164	11,486
2.	4,339	12,161
3.	3,544	13,850

3. kapal otok-otok corong

No	V(m/s)	t(s)
1.	12,97	6,8
2.	10,73	6,42
3.	11,28	7,432

4. Kapal otok-otok dengan kalung

No	V(m/s)	t(s)
1.	7,372	10,134
2.	6,919	10,134
3.	5,630	9,628

5. Kapal otok-otok dengan klip

No	V(m/s)	t(s)
1.	8,301	7,770
2.	9,691	8,445
3.	8,809	7,770

6. Kapal otok-otok dengan 1 cincin

No	V(m/s)	t(s)
1.	6,071	11,486
2.	7,171	10,472
3.	6,485	9,459

7. Kapal otok-otok dengan 2 cincin

No	V(m/s)	t(s)
1.	7,025	11,48
2.	7,777	10,472
3.	7,218	9,121

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, penelitian ini berhasil membuktikan penerapan Hukum Newton III pada kapal otok-otok. Setiap gaya aksi yang dilakukan akan selalu diikuti oleh gaya reaksi yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan. Dalam konteks kapal otok-otok, aksi terjadi ketika air yang telah dimasukkan ke dalam pipa kecil dipanaskan oleh api, menghasilkan uap yang mendorong air keluar melalui pipa tersebut.

Reaksi yang dihasilkan dari aksi ini adalah dorongan yang membuat kapal bergerak ke depan. Gaya reaksi ini sebanding dengan gaya aksi yang diberikan oleh tekanan uap, namun bertindak dalam arah yang berlawanan. Dengan demikian, penelitian ini berhasil mengkonfirmasi bahwa prinsip aksi-reaksi dalam Hukum Newton III berlaku pada mekanisme pergerakan kapal otok-otok.

DAFTAR PUSTAKA

- Masturoh, R. D., Sudarmi, M., & Noviandini, D. (2019). Barang Bekas di Sekitarku (BARBEKU) Sebagai Alat Peraga Sederhana Untuk Meningkatkan Pemahaman Hukum III Newton. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 2(1), 16-25.
- Maulani, N., Linuwih, S., & Sulhadi, S. (2021). Pengembangan Asesmen Hots (Higher Order Thinking Skills) Untuk Mengukur Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Pada Materi Hukum Newton. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 10(1), 1-10.
- Munfaridah, N., Sutopo, S., Sulur, S., & Asim, A. (2017). Analisis miskonsepsi “gerak dan gaya” menggunakan instrumen force concept inventory (Fci) pada mahasiswa calon guru fisika. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 7(2), 66-75.
- Ruwanto, B. (2004). *Asas-Asas Fisika 2B*. Yogyakarta: Yudhistira.
- Saxena, S., & Bedoya, I. D. (2013). Fundamental phenomena affecting low temperature combustion and HCCI engines, high load limits and strategies for extending these limits. *Progress in Energy and Combustion Science*, 39(5), 457-488.
- Suwito, D. (2021). Penerapan model pembelajaran project based learning (PjBL) untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa pada kompetensi dasar aksi dan reaksi gaya SMK Negeri 7 Surabaya. *JTPM*, 11(1), 38-43.
- Utami, A. M. (2022). *Application of The Icare Model to Improve Problem-Solving Ability in Momentum and Impulse Materials in Class X SMA*. *Journal of Digital Learning and Distance Education*, 1(2), 64-71.

