

## KESALAHAN UMUM VS MISKONSEPSI DINAMIKA : ANALISIS PEMAHAMAN KONSEP GAYA DALAM FISIKA

Riris Idiawati<sup>1</sup>, Ferdiana<sup>2</sup>, Izza Afkarina<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas KH. Mukhtar Syafaat

Email: ririsidiawati@iaida.ac.id

Received  
April 2025

Revised  
April 2025

Published  
April 2025

### Abstract

The purpose of this article is to examine the possible causes of student error in explaining various physical phenomena, mainly due to lack of ability in understanding the physics concept. Unlike the misconception theory, resource theorists believe that student errors are more due to their incomplete understanding less frequently observed by researchers, especially in Indonesia. An in-depth study of the causes of student error is very important to be used as a reference as a design of quality learning. In this article will examine students difficulties in understanding the force concept according to the perspective of resource theory, as well as learning alternatives to reduce errors.

**Keywords:** *Force, misconception, resource theory*

### Abstrak

Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk mengkaji kemungkinan penyebab terjadinya kekeliruan mahasiswa dalam menjelaskan berbagai fenomena fisis, terutama karena kurangnya kemampuan dalam memahami konsep. Tidak seperti sudut pandang miskonsepsi, teori *resource* yang memandang bahwa kekeliruan mahasiswa lebih dikarenakan pemahamannya yang belum utuh lebih jarang ditilik oleh peneliti, khususnya di Indonesia. Kajian mendalam terkait penyebab kekeliruan mahasiswa menjadi sangat penting untuk kemudian digunakan sebagai acuan sebagai rancangan pembelajaran yang berkualitas. Dalam artikel ini akan dikaji kesulitan mahasiswa dalam memahami konsep gaya menurut perspektif teori *resource*, serta alternatif pembelajaran untuk mereduksi kesalahan.

**Kata kunci:** *Gaya, miskonsepsi, teori resource*

### Pendahuluan

Pendidikan fisika bertujuan untuk membantu terlaksannya proses pembelajaran fisika yang dilaksanakan mulai dari tingkat sekolah sampai di perguruan tinggi agar peserta didik mengalami perubahan perilaku dan mampu menguasai ide-ide pokok, prinsip, hukum, ataupun konsep fisika secara luas dan mendalam [1]. Penguasaan konsep fisika yang kuat secara signifikan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah mahasiswa dalam fisika. Penelitian menunjukkan bahwa pemahaman yang kuat tentang konsep-konsep ini memungkinkan mahasiswa untuk secara efektif menerapkan pengetahuan mereka untuk memecahkan masalah yang kompleks dan efektif [2]. Begitu pula dalam menjelaskan fenomena fisika, kemampuan dalam memahami konsep fisika sangat diperlukan. Kendati demikian, mahasiswa yang mampu menyelesaikan persoalan fisika yang disajikan dalam bentuk kuantitatif dengan benar tidak selalu mengindikasikan pemahaman yang baik. Hal tersebut disebabkan karena mahasiswa memanfaatkan data yang diberikan di soal, sekedar menghitung dengan rumus yang diingat tanpa memahami konsep secara baik [3]. Ketergantungan pada rumus dan data yang dihafal ini mengarah pada pemahaman konsep fisika yang dangkal. Banyak temuan-temuan terkait kemampuan mahasiswa dalam memahami suatu konsep

fisika masih cenderung rendah, termasuk dalam memahami konsep gaya [4]. Hal tersebut diindikasikan dari skor pemahaman konsep yang rendah maupun kemampuan dalam menjelaskan berbagai fenomena fisis yang masih sering kali keliru [5]. Kesalahan mahasiswa dalam menjelaskan berbagai fenomena fisis ini sering kali dipandang dari dua sisi berbeda, yakni teori miskonsepsi dan teori *resource* [6].

Kekeliruan mahasiswa dalam menjelaskan fenomena fisis dan kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal bukan disebabkan karena mahasiswa belum memiliki pengetahuan sama sekali, namun lebih disebabkan karena mahasiswa tidak mampu mengaktivasi pengetahuan yang relevan terhadap permasalahan yang dihadapi [6]. Berdasarkan sudut pandang teori *resource*, kegagalan mahasiswa dalam menggunakan pengetahuan yang dimiliki pada saat memecahkan permasalahan tersebut disebabkan mahasiswa belum memahami pemahaman secara utuh dan masih terpotong-potong. Sehingga penggunaan pengetahuan yang dimiliki masih bergantung pada konteks persoalan yang dimunculkan.

Hal tersebut kontras dengan pandangan teori miskonsepsi yang memandang kekeliruan mahasiswa dalam menjelaskan berbagai fenomena fisika lebih disebabkan oleh pemahaman melekat yang tidak sesuai dengan pendapat ahli. Mahasiswa dengan pemahaman keliru tersebut cenderung akan konsisten dalam menggunakan pengetahuan keliru dalam menjelaskan berbagai fenomena yang sejenis.

Pentingnya menelusuri penyebab kekeliruan mahasiswa dalam menjelaskan berbagai fenomena fisis dan kesulitan memecahkan persoalan menyebabkan beberapa peneliti berfokus pada salah satu teori miskonsepsi atau teori *resource*. Namun fokus utama artikel ini bukan memihak pada membenaran salah satu teori, melainkan membahas kedua pandangan tersebut melalui kajian-kajian temuan oleh penelitian sebelumnya terkait kesulitan mahasiswa dalam memahami konsep gaya. Tujuan penulisan artikel ini agar dapat dijadikan pandangan guru dalam memahami berbagai kesulitan yang dialami mahasiswa, yang kemudian bermuara sebagai salah satu acuan untuk menyusun rencana pembelajaran yang lebih baik.

## **Pembahasan**

### **Teori Miskonsepsi dan Teori *Resource* (Pemahaman Tak Utuh)**

#### **Teori Miskonsepsi**

Dalam proses pembelajaran di kelas, mahasiswa tidak semata-mata datang dengan tanpa pengetahuan. Acap kali mahasiswa melihat fenomena kemudian membangun konsepsi dan menjadikannya pengetahuan tanpa diverifikasi terlebih dahulu dan sering kali mengkorelasikan dengan kejadian lain yang mirip namun berbeda konteks. Mahasiswa terkadang memiliki konsepsi yang tidak universal untuk menjelaskan banyak fenomena namun tanpa disadari menggunakan konsepsi tersebut secara konsisten untuk menjelaskan fenomena yang tidak relevan. Konsepsi tersebut menjadi fokus penting dalam penelitian pendidikan dan disebut dengan bermacam istilah oleh peneliti seperti *misconception*], *alternative frameworks*, *alternative conceptions*, *preconceptions*, *childrens' science*, dan *common sence concepts* [7] [8] [9] [10].

Teori miskonsepsi menyatakan bahwa ketidak mampuan mahasiswa untuk menjelaskan fenomena fisik secara akurat berasal dari pengetahuan mereka yang salah, yang menyimpang dari konsensus ahli. Perbedaan ini sering menghasilkan kesalahpahaman mendasar tentang konsep-konsep kunci dalam fisika, yang mengarah pada kesalahpahaman yang terus-menerus yang menghambat pembelajaran [10] [11]. Pengetahuan yang dimiliki itu secara terus menerus digunakan untuk menjelaskan bermacam fenomena dan untuk memecahkan bermacam konteks persoalan]. Satu-satunya cara yang digunakan untuk mereduksi ataupun menghilangkan miskonsepsi pada mahasiswa adalah menggantikan pengetahuan yang dimiliki dengan pengetahuan baru yang benar [12] [13]. Dan hal ini cenderung sulit karena biasanya miskonsepsi yang dimiliki oleh mahasiswa cenderung retensi dan sulit untuk dihilangkan, terutama jika sekedar memberikan informasi secara lisan. Bahkan terkadang mahasiswa yang mengalami miskonsepsi kemudian diberikan pengetahuan yang benar dalam rentang beberapa waktu akan kembali menggunakan pengetahuannya yang keliru.

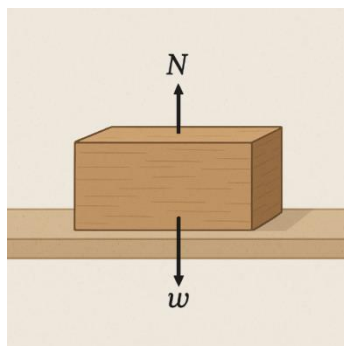
### Teori Resource

Menurut pandangan teori resource, kegagalan mahasiswa dalam memecahkan masalah bukan karena mahasiswa tidak memiliki pengetahuan benar, namun mahasiswa gagal mengaktivasi pengetahuan yang relevan dengan masalah [14]. Mahasiswa acapkali menggunakan pengetahuan yang tidak relevan dengan masalah tersebut, namun bukan berarti pengetahuan tersebut salah. Sebagai contoh, mahasiswa yang diajukan pertanyaan mana yang lebih dahulu tiba di tanah jika balok besi dan balok kayu yang berukuran sama dijatuhkan dari ketinggian yang sama (hambatan udara tidak diabaikan)? Kebanyakan mahasiswa akan menjawab balok besi yang akan jatuh lebih dahulu. Dalam menjawab soal tersebut mahasiswa biasanya mengaktivasi *resource* bahwa benda yang berat akan lebih cepat bergerak saat dijatuhkan. *Resource* yang diaktivasi mahasiswa tersebut dapat diklaim benar untuk konteks tersebut karena dengan ukuran sama maka besar hambatan kedua benda adalah sama, namun karena berat berbeda maka benda yang lebih berat akan bergerak lebih cepat karena resultan gaya yang dihasilkan menjadi lebih besar. Namun *resource* yang mengatakan bahwa benda yang lebih berat akan jatuh lebih cepat akan keliru jika diaktivasi pada konteks benda yang bergerak di ruang vakum, atau pada konteks jika dua benda bermassa sama namun berukuran jauh berbeda dijatuhkan pada medium yang tidak vakum.

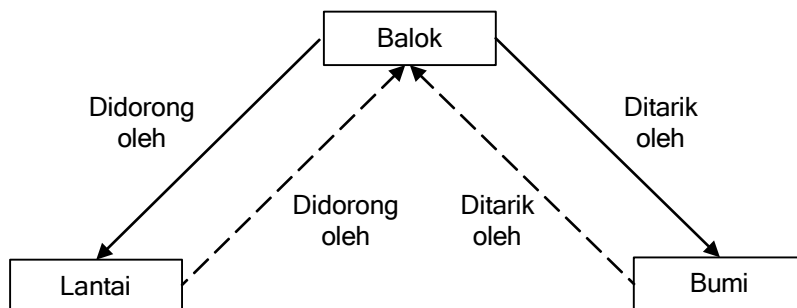
Menurut teori *resource*, kebenaran alasan atau jawaban mahasiswa dalam menyelesaikan persoalan bergantung pada konteks yang diajukan dalam persoalan. Siswa mungkin memiliki pengetahuan atau sumber daya yang benar, tetapi jika ini diaktifkan dalam konteks yang tidak tepat, mereka mungkin kesulitan untuk sampai pada solusi yang benar. Studi ini menunjukkan bahwa siswa sering mengaktifkan sumber daya berdasarkan konteks dominan pertanyaan, yang mempengaruhi kemampuan mereka untuk memecahkan masalah secara efektif [14][15]. *Resource* yang diaktivasi mahasiswa bisa jadi benar untuk suatu konteks namun keliru untuk konteks yang lain. Untuk dapat mengatasi hal tersebut, pembelajaran yang dirancang harus dapat menjelaskan konsep-konsep fisis secara komprehensif dan dibantu dengan latihan-latihan soal dengan jumlah yang cukup dan konteks yang beragam.

### Kekeliruan dalam Mahami Konsep Gaya

Gaya merupakan suatu tarikan atau dorongan yang bekerja pada benda akibat hasil interaksi dengan benda lain [16]. Gaya yang timbul selalu merupakan hasil interaksi antar dua buah objek baik interaksi secara langsung (menimbulkan gaya sentuh) maupun melalui medan (menimbulkan gaya tak sentuh) [17]. Dalam memahami konsep gaya seharusnya guru menekankan pada konsep interaksi yang terjadi pada benda terhadap benda lain, yang dituangkan ke dalam diagram interaksi (DI) kemudian menggiring pemahaman akan gaya yang timbul dari hasil interaksi tersebut. Setelah mengetahui gaya yang timbul maka mahasiswa digiring untuk menggambarkan gaya yang bekerja pada benda. Untuk kasus dinamika partikel dapat digambarkan dalam bentuk Diagram Bebas Benda (*Free Body Diagrams*). Sebagai contoh sederhana, sebuah balok yang berada di atas lantai seperti Gambar 1. Dari kasus tersebut, saat kita tinjau balok sebagai sistem, dapat dikatakan bahwa balok berinteraksi dengan lantai dan bumi. Kita ketahui bahwa dalam kasus seperti ini balok didorong oleh lantai dan balok ditarik oleh bumi.



Gambar 1. Diagram Gaya yang bekerja Pada Balok



**Gambar 2. Diagram Interaksi pada Balok**

Gambar 1 dan Gambar 2 masing-masing menunjukkan diagram interaksi dan diagram gaya yang bekerja pada balok. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa sering kali keliru dalam menggambarkan arah gaya, seperti halnya kekeliruan umum yang dialami mahasiswa dalam menggambarkan vektor gaya gravitasi [18], kekeliruan dalam membuat diagram bebas benda, maupun menentukan komponen gaya total [19]. Kekeliruan demikian ini lebih sering dikarenakan pemahaman mahasiswa yang belum utuh dalam memahami konsep gaya gravitasi. Karna kebanyakan mahasiswa memahami gaya gravitasi semata-mata sebagai gaya tarik oleh bumi yang arahnya menuju ke bawah. Dengan pemahaman sempit tersebut mahasiswa sering kali menggambarkan gaya gravitasi yang bekerja pada benda di atas bidang miring menuju ke bawah bidang, bukan ke pusat bumi (vertikal ke bawah). Namun disisi lain, kebanyakan mahasiswa benar dalam menggambarkan arah gaya gravitasi jika konteks soal yang disajikan adalah benda di atas bidang datar. Oleh karenanya, pemahaman demikian menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa cenderung bergantung pada konteks (*context depend*). Bertolak pada temuan penelitian terkait kesulitan mahasiswa dalam memecahkan persoalan mekanika terutama dinamika partikel, maka penguasaan ide kunci seperti pemahaman konsep gaya menjadi sangat penting. Beberapa tahapan yang dapat diberikan pada saat pembelajaran untuk menyampaikan konsep gaya adalah berikut.

### **Menjelaskan definisi gaya**

Sering kali pendidik lupa bahwa bagian mendasar dari suatu pengetahuan adalah definisi. Agar mahasiswa memahami konsep gaya secara utuh maka menjadi penting untuk mengetahui definisi apa itu gaya. Segala kesulitan dalam memahami sesuatu konsep akan dapat dibantu dengan memahami definisi. Oleh karena itu, bagian definisi ini sebisa mungkin tidak terlewatkan untuk ditanamkan pada mahasiswa.

### **Menjelaskan cara mengidentifikasi gaya**

- **Menganalisis interaksi benda dan menuangkannya dalam diagram interaksi**

Setelah memahami konsep gaya, maka mahasiswa digiring untuk mampu mengidentifikasi gaya. Untuk dapat mengidentifikasi gaya, bagian terpenting yang seharusnya dilalui adalah membangun diagram interaksi. Dalam bagian ini mahasiswa diajak berpikir untuk mengidentifikasi benda-benda lain yang berinteraksi dengan benda yang menjadi fokus permasalahan. Dari interaksi yang terjadi maka harus ditinjau apakah kedua benda saling menarik atau saling mendorong. Mengapa bagian mengidentifikasi gaya ini penting? Berdasarkan temuan penelitian, mahasiswa sering kali membangun pemahaman yang keliru terkait gaya. Sebagai contoh, pada saat kita melempar sebuah benda dengan arah mendatar (faktor hambatan udara diabaikan) kemudian menanyakan terkait gaya yang bekerja pada benda, maka akan ada beberapa mahasiswa yang menjawab bahwa ketika benda bergerak (setelah dilempar) akan ada beberapa gaya selain gaya gravitasi, misalkan gaya lempar. Hal tersebut

mengindikasikan bahwa pemahaman mahasiswa masih belum utuh karena belum memahami gaya sebagai hasil dari interaksi antar dua buah objek. Saat benda sudah dilempar maka tidak ada kontak antara tangan dan benda sehingga tidak ada gaya lempar pada benda.

- **Menggambarkan gaya yang bekerja pada benda**

Setelah memahami dengan baik interaksi antar objek hingga mampu membangun diagram interaksi maka selanjutnya mahasiswa digiring untuk memahami terkait gaya apa yang timbul dan kemana arah gaya tersebut. Bagian ini penting karena jika mahasiswa keliru dalam menggambarkan arah gaya akan sulit memahami dan menyelesaikan persoalan yang diberikan. Dan justru pada bagian ini sering kali mahasiswa mengalami kekeliruan. Oleh karenanya penting sekali membangun pemahaman secara kokoh melalui bermacam kegiatan belajar.

- **Membuat diagram bebas benda (*Free-Body Diagrams*)**

Diagram bebas benda atau *free-body diagrams* (FBDs) adalah penyederhanaan visualisasi gaya yang bekerja pada benda. Untuk persoalan dinamika partikel, persoalan gerak benda tak berotasi, maka benda apapun dapat disederhanakan menjadi sebuah titik. Namun untuk benda yang bergerak rotasi akibat bekerja resultan gaya tertentu terhadap sumbu putar maka dalam menyelesaikan soal tidak perlu hingga membangun FBDs.

### **Implikasi dalam Pembelajaran**

Kontribusi peneliti dalam menelusuri penyebab dan solusi kesulitan mahasiswa dalam menguasai ide-ide kunci setiap topik dalam pembelajaran fisika sudah menjadi sejarah panjang. Jika dilihat menurut perspektif teori *resource* yang menyatakan bahwa kekeliruan mahasiswa dalam menjelaskan bermacam fenomena fisis dan kesulitan dalam memecahkan persoalan dikarenakan mahasiswa gagal mengaktivasi pengetahuan yang relevan terhadap permasalahan. Hal tersebut dikarenakan pengetahuan yang dimiliki mahasiswa masih belum utuh. Dengan merujuk dari pandangan tersebut, maka penting merancang pembelajaran yang bermakna bagi mahasiswa. Selain itu, pembelajaran harus mampu menggiring mahasiswa untuk berpikir secara luas dan mampu memfasilitasi mahasiswa agar mampu menguasai ide-ide kunci dalam fisika secara komprehensif. Agar pengetahuan mahasiswa lebih bertahan dan mampu memicu kinerja mahasiswa dalam mengaktivasi pengetahuan yang mereka miliki saat memecahkan permasalahan maka menjadi penting untuk memberikan soal-soal latihan. Namun soal-soal yang diberikanpun harus dirancang dalam konteks yang beragam dan sedapat mungkin disajikan dalam berbagai format representasi. Model pembelajaran juga harus di desain semenarik mungkin agar memudahkan mahasiswa dalam pemahaman konsep [20]. Karena dengan jumlah soal yang cukup saja tidak menjamin keberhasilan mahasiswa dalam memecahkan persoalan dan tidak terlalu berpengaruh pada pemahaman konsep mahasiswa. Hal tersebut mengingat kebiasaan mahasiswa yang sering kali mengingat bentuk-bentuk soal pada saat tes, dan keterbatasannya dalam menyelesaikan soal pada suatu konteks saja.

### **Kesimpulan**

Menurut teori *resource*, kegagalan mahasiswa dalam menjelaskan bermacam fenomena fisis dikarenakan kegagalan mahasiswa dalam mengaktivasi pengetahuan relevan yang sebenarnya telah ia miliki. Bukan dikarenakan pengetahuan mahasiswa keliru (tidak sesuai pandangan ahli) sehingga mahasiswa menggunakan konsep yang keliru tersebut dalam menyelesaikan ataupun memecahkan persoalan fisis dalam berbagai konteks seperti yang pandangan teori miskonsepsi. Hal tersebut dikarenakan kemampuan mahasiswa dalam menjelaskan beberapa persoalan dalam sebuah konsep akan berbeda jika persoalan diberikan dalam konteks yang berbeda. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pemahaman mahasiswa masih bergantung konteks. Oleh karenanya penting untuk mengenali kemampuan mahasiswa sebelum pembelajaran, lalu merancang pembelajaran yang bermakna dengan mengajarkan konsep fisis secara komprehensif. Selain itu penting pula untuk memberikan latihan soal yang cukup dan disajikan dalam konteks yang beragam.

### **Daftar Pustaka**

[1] H. E. Fischer dan K. Neumann, "Teaching Physics," dalam *Handbook of Research on Science*

- Education*, 1 ed., New York: Routledge, 2023, hlm. 619–656. doi: 10.4324/9780367855758-24.
- [2] A. Doyan dkk., “The Trends Research of Conceptual Mastery in Students’ Physics Learning (2015-2024): A Systematic Review,” *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 10, no. 6, hlm. 323–332, Jun 2024, doi: 10.29303/jppipa.v10i6.7827.
  - [3] S. White Brahmia dan A. Olsho, “Operationalizing and Assessing Quantitative Reasoning in Introductory Physics,” dalam *Quantitative Reasoning in Mathematics and Science Education*, vol. 21, G. Karagöz Akar, İ. Ö. Zembat, S. Arslan, dan P. W. Thompson, Ed., dalam *Mathematics Education in the Digital Era*, vol. 21. , Cham: Springer International Publishing, 2022, hlm. 315–340. doi: 10.1007/978-3-031-14553-7\_12.
  - [4] N. A. Badrudin dan S. N. Alias, “Level of Conceptual Understanding Among Secondary Students on Topic of Forces and Motion Using Half-Length Force Concept Inventory (HFCI),” *ICCCM J. Soc. Sci. Humanit.*, vol. 1, no. 2, hlm. 12–20, Apr 2022, doi: 10.53797/icccmjssh.v1i2.2.2022.
  - [5] P. S. Shrestha, T. T. Perlman, dan S. R. Shaver, “Addressing Learning Difficulties in Junior High School Physics Education: Insights for Curriculum Development and Teaching Strategies,” *J. Ilmu Pendidik. Dan Hum.*, vol. 12, no. 2, hlm. 108–120, Mei 2023, doi: 10.35335/jiph.v12i2.35.
  - [6] I. Kuczmann, “The structure of knowledge and students’ misconceptions in physics,” dipresentasikan pada TIM17 PHYSICS CONFERENCE, Timisoara, Romania, 2017, hlm. 050001. doi: 10.1063/1.5017454.
  - [7] “Misconceptions about Science,” dalam *From Atoms to Galaxies*, 0 ed., CRC Press, 2010, hlm. 649–658. doi: 10.1201/9781439882849-54.
  - [8] T. Campbell, C. Schwarz, dan M. Windschitl, “What We Call Misconceptions May Be Necessary Stepping-Stones Toward Making Sense of the World,” *Sci. Teach.*, vol. 83, no. 3, hlm. 69–75, Mar 2016, doi: 10.2505/4/tst16\_083\_03\_69.
  - [9] “Secondary School Learners Conceptions of the Structure and Function of the Human Circulatory System,” *Int. J. Humanit. Soc. Sci. Educ.*, vol. 8, no. 4, 2021, doi: 10.20431/2349-0381.0804024.
  - [10] A. Motlhabane, “LEARNER’S ALTERNATIVE AND MISCONCEPTIONS IN PHYSICS: A PHENOMENOGRAPHIC STUDY,” *J. Balt. Sci. Educ.*, vol. 15, no. 4, hlm. 424–440, Agu 2016, doi: 10.33225/jbse/16.15.424.
  - [11] M. Bozzi, P. Ghislandi, dan M. Zani, “MISCONCEPTIONS IN PHYSICS: AN UPHILL CLIMB,” dipresentasikan pada 14th International Technology, Education and Development Conference, Valencia, Spain, Mar 2020, hlm. 2162–2170. doi: 10.21125/inted.2020.0670.
  - [12] C. Von Aufschnaiter dan C. Rogge, “Misconceptions or Missing Conceptions?,” *EURASIA J. Math. Sci. Technol. Educ.*, vol. 6, no. 1, Jun 2010, doi: 10.12973/ejmste/75223.
  - [13] A. Prinz, S. Golke, dan J. Wittwer, “Counteracting detrimental effects of misconceptions on learning and metacomprehension accuracy: The utility of refutation texts and think sheets,” *Instr. Sci.*, vol. 49, no. 2, hlm. 165–195, Apr 2021, doi: 10.1007/s11251-021-09535-8.
  - [14] I. Rahmawati, S. Sutopo, dan S. Zulaikah, “Analysis of Students’ Difficulties about Rotational Dynamic Topic Based on Resource Theory,” *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 6, no. 1, Apr 2017, doi: 10.15294/jpii.v6i1.9514.
  - [15] J. A. Reffner dan B. W. Kammrath, Ed., “The Importance of Context,” dalam *Solving Problems with Microscopy*, 1 ed., Wiley, 2023, hlm. 267–281. doi: 10.1002/9781119788232.ch11.
  - [16] J. Zimba, *Force and Motion*. Johns Hopkins University Press, 2009. doi: 10.1353/book.3391.
  - [17] M. P. Aji, I. Rahmawati, N. Imtinan, Y. K. Wulandari, Yusmantoro, dan A. Priyanto, “Video-assisted experiment to observe interaction force during the interaction of two objects,” *Phys. Educ.*, vol. 57, no. 5, hlm. 055027, Sep 2022, doi: 10.1088/1361-6552/ac8330.
  - [18] J. Pablico, “Misconceptions on force and gravity among high school students,” Master of Natural Sciences, Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, 2010. doi: 10.31390/gradschool\_theses.2462.
  - [19] L. G. Mathot, “Free-body diagrams,” *Phys. Teach.*, vol. 31, no. 7, hlm. 390–390, Okt 1993, doi: 10.1119/1.2343811.
  - [20] R. Idiawati, F. Ferdiana, N. M. Dewi, E. Hidayah, dan F. R. Tamami, “Efektifitas PhET Simulation sebagai Virtual Laboratory dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Mahasiswa IPA Berbasis Pesantren,” *SAINTIFIK J. Pendidik. MIPA*, vol. 9, no. 2, hlm. 48–51, Des 2024, doi:

