

**JURNAL ILMIAH MAHASISWA UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
TARBAWI: JOURNAL ON ISLAMIC EDUCATION**Url: <http://studentjournal.umpo.ac.id/index.php/tarbawi>

**PEMBELAJARAN MULTI REPRESENTASI UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA SMA
PADA METERI HUKUM II NEWTON****Ambar Sari**Program Studi Tadris Fisika
Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, UIN Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung
Email: as.ambarsari@gmail.com**Abstract**

This study aims to determine how far learning with the use of multiple representations can increase students' problem-solving abilities in Newton's II law material. The study's subjects included 24 students from SMA Negeri 8 Malang's class X1. This study used an instrument in the form of an integrated concept mastery test with problem-solving capabilities, which included six multiple-choice questions with reasons, interview guides, and problem-solving observation sheets. The approach in this study was mixed methods with an embedded experimental model design. The study's findings showed that using multiple representations could increase students' problem-solving abilities from an average of 1.1 approaching level 1 to 2.2 approaching level 2. Learning with multiple representations can also make students from novice behavior to experts in solving Newton's II law problems.

Key words: Newton's second law, multiple representations, problem solving

Abstrak

Penelitian ini mempunyai tujuan yaitu guna mengetahui seberapa jauh pembelajaran dengan penggunaan multi representasi mampu menaikkan kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi hukum II Newton. Subjek penelitian mencakup 24 siswa kelas X1 SMA Negeri 8 Malang. Penelitian ini menggunakan instrumen berbentuk tes penguasaan konsep terintegrasi dengan kapabilitas pemecahan masalah yang meliputi 6 soal pilihan ganda dengan alasan, panduan wawancara serta lembar pengamatan pemecahan masalah. Pendekatan pada penelitian ini berupa *mixed methods* dengan desain *embedded experimental model*. Temuan penelitian didapatkan bahwa dengan pennggunaan multi representasi dabisa menaikkan kapabilitas pemecahan masalah siswa dari rata-rata 1,1 mendekati level 1 jadi 2,2 mendekati level 2. Pembelajaran dengan multi representasi juga bisa menjadikan siswa dari perilaku *novice* jadi *expert* dalam melakukan pemecahan masalah hukum II Newton.

Kata Kunci: hukum II Newton, multi representasi, pemecahan masalah

How to Cite: Sari, Ambar (2023). Penggunaan Multi Representasi untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMA pada Materi Hukum II Newton. Penerbitan Artikel Ilmiah Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Vol 7 (No 1) 2023

© 2023 Universitas Muhammadiyah Ponorogo. All rights reserved

PENDAHULUAN

Tujuan pendidikan fisika adalah agar siswa menguasai pengetahuan, gagasan, dan prinsip fisika, sekaligus mengembangkan kemampuan untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Tujuan selanjutnya adalah agar siswa menggunakan pengetahuan mereka untuk menghadapi tantangan di dunia nyata¹. Siswa terus menghadapi beberapa tantangan dengan konsep fisika, khususnya hukum kedua Newton. Hukum Newton merupakan konsep fundamental dalam berbagai ilmu sains, serta tulang punggung dalam mengembangkan konsep-konsep sains lainnya².

Tantangan yang dihadapi oleh siswa-siswa ini meliputi: (1) mengidentifikasi unsur-unsur gaya yang dihasilkan (2) membuat diagram benda bebas yang akurat guna mengatasi masalah hukum kedua Newton³, (3) menentukan besar tegangan tali pada mesin Atwood dan (4) menetapkan aras

serta besar percepatan benda yang bergerak⁴. Tantangan yang dihadapi siswa terkait konsep gaya dan gerak, khususnya hukum kedua Newton, memiliki sejarah panjang dalam studi fisika dan pendidikan sains. Tantangan yang dihadapi siswa mengakibatkan berkurangnya kemampuan mereka dalam memecahkan masalah. Akibatnya, tantangan siswa harus segera diatasi untuk memastikan penguasaan mereka terhadap gagasan tersebut dan penerapannya dalam memecahkan masalah fisika.

Tantangan yang dihadapi siswa dalam memahami hukum II Newton dapat diatasi dengan penggunaan representasi yang berbeda dalam pembelajaran. Memanfaatkan representasi yang berbeda membantu menaikkan kapabilitas siswa dalam memecahkan masalah. Representasi yang beragam memfasilitasi pemahaman konseptual dan menaikkan kapabilitas siswa dalam melakukan pemecahan masalah. Representasi yang beragam membantu siswa dalam memperoleh informasi dan menyelesaikan kesulitan⁵. Kohl dkk. menampilkan bahwa siswa memperoleh hasil lebih baik dalam ujian ketika

¹ Hedge, B., & Meera, B. N. 2012. "How do they solve it? An insight into the learner's approach to the mechanism of physics problem solving". *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8, 010100, (<http://prst-per.aps.org>)

² Singh, C. 2008. "Assessing student expertise in introductory physics with isomorphic problem. 1. Performance on nonintuitive problem pair from introductory". *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 4, 010104, (<http://prst-per.aps.org>)

³ Savinainen, A., Makynen, A., Nieminen, P., & Viiri, J. 2013. "Does using a visual-representation tool foster students' ability to identify force and construct free body diagram". *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 9, 010104, (<http://prst-per.aps.org>)

⁴ Sutopo., Liliyasi., Waldrip, B., & Rusdiana, D. 2012. "Impact Of Representational Approach On The Improvement Of Students' Understanding Of Acceleration". *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8: 161-173

⁵ Cock, M. 2012. "Representation use and strategy choice in physics problem solving". *Physical Review Special*

dihadapkan pada lebih banyak variasi bentuk representasi dibandingkan dengan format yang terbatas.

Kapabilitas pemecahan masalah penting untuk dikembangkan selama proses pembelajaran agar siswa dapat memecahkan masalah fisika dengan baik. Keterampilan memecahkan masalah di berbagai lingkungan belajar sangat penting untuk kemajuan pengetahuan dan pemahaman⁶. Penggunaan representasi yang berbeda meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa⁷. Memanfaatkan berbagai representasi meningkatkan kemahiran siswa dalam mengatasi masalah fisika⁸.

Terlibat dalam kegiatan belajar dengan representasi yang beragam memungkinkan siswa untuk mengatasi tantangan secara efektif. Kegiatan pemecahan masalah difasilitasi oleh tugas-tugas yang melibatkan berbagai representasi. Terlibat dalam berbagai tantangan representasi memungkinkan siswa untuk membangun dan menilai representasi mereka, sehingga meningkatkan kapasitas mereka untuk

membuat representasi untuk pemecahan masalah⁹. Kapasitas untuk mengekstrak informasi secara akurat dari representasi dapat membantu siswa dalam menghasilkan representasi yang berbeda untuk bernalar dan menyelesaikan kesulitan. Proses pemecahan masalah mendorong penerapan informasi oleh siswa dengan cara yang inovatif dan menumbuhkan pemahaman yang mendalam¹⁰. Akibatnya, menggunakan berbagai representasi bisa menaikkan keterampilan pemecahan masalah siswa. Penelitian ini merumuskan masalah sebagai berikut: (1) Kendala apa yang terus dihadapi siswa hingga akhir pembelajaran menggunakan berbagai representasi? (2) Seberapa jauh pembelajaran melalui berbagai representasi bisa menaikkan keterampilan pemecahan masalah siswa, termasuk pengambilan pengetahuan, pembuatan representasi, dan penggunaan representasi dalam pemecahan masalah?

METODE PENELITIAN

Pendekatan yang dipakai pada penelitian ini yaitu pendekatan *mixed methods* dengan desain *embedded experimental* model yang dilakukan adaptasi dari Creswell & Clark¹¹. Subjek penelitian merupakan siswa kelas X 1

Topics-Physics Education Research, 8, 020117, (<http://prst-per.aps.org>)

⁶ Crebert, G., Patrick, C. K., Cragnolini, V., Smith, C., Worsfold, K., & Webb, F. 2011. "Problem Solving Skills Toolkit", (<http://www.griffith.edu.au>)

⁷ Deslauries, L., & Wieman, C. 2011. "Learning and retention of quantum concept with different teaching method". *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 7, 010101, (<http://prst-per.aps.org>)

⁸ Kohl, P. B., Rosengrant, D., & Finkelstein, N. D. 2007. "Strongly and weakly directed approaches to teaching multiple representation

use in physics". *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*. 3, 010108, (<http://prst-per.aps.org>)

⁹ Rosengrant, D., Van Heuvelen, A., Etkina, E. 2009. "Do Students use understand free-body diagrams?". *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 5, 010108, (<http://prst-per.aps.org>)

¹⁰ Crebert, G., Patrick, C. K., Cragnolini, V., Smith, C., Worsfold, K., & Webb, F. 2011. "Problem Solving Skills Toolkit", (<http://www.griffith.edu.au>)

¹¹ Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. 2007. "Designing and Conducting Mixed Methods Research". *United States of Amerika: Sage Publication, Inc.*

SMA Negeri 8 Malang terdiri dari 24 siswa. Subjek penelitian dilakukan pemilihan dengan *purposive sampling*, dimana kelas yang dipilih selaras dengan jadwal serta materi penelitian. Di samping itu, ada sekelompok siswa (14 siswa) yang dilakukan pemilihan secara acak guna dilaksanakan wawancara.

Instrumen penelitian berupa tes meliputi 6 soal pilihan ganda dengan alasan, diberi dua kali (tes awal serta tes akhir) dengan soal yang tidak berbeda. Tes akhir diberi langsung sesudah materi hukum kedua Newton tuntas dilakukan pembahasan. Tes penguasaan konsep terintegrasi dengan kapabilitas pemecahan masalah dikembangkan berdasarkan indikator pencapaian kompetensi hukum kedua Newton. Masalah-masalah fisika dalam tes ini dapat diklasifikasikan berdasarkan sistem kognitif menurut Teodorescu, dkk¹² yang terdiri dari 4 level, yakni level 1: *retrieval*, level 2: *comprehension*, level 3: *analysis*, dan level 4: *knowledge utilization*.

Tes awal serta tes akhir memakai instrumen yang sama. Data yang diperoleh mencakup unsur kuantitatif dan kualitatif. Analisis data kuantitatif

menggunakan skor tes awal dan tes akhir, sedangkan analisis data kualitatif difokuskan pada justifikasi siswa atas respons mereka terhadap tes awal dan tes akhir. Tes akhir diberikan segera setelah pembahasan Hukum Kedua Newton.

Aktivitas untuk mengatasi masalah yang terkait dengan Hukum Kedua Newton mencakup berbagai tantangan representasional. Sejumlah proyek representasi diberikan selama kelas dan untuk pekerjaan rumah. Berbagai aktivitas representasi membantu siswa dalam memecahkan masalah dan menghasilkan representasi baru dari yang disediakan dalam pertanyaan.

Analisis tentang kemampuan memecahkan masalah diperoleh dari respons siswa dan justifikasi atas jawaban mereka dalam tes awal dan tes akhir. Sebuah studi tentang kapasitas siswa untuk mengekstrak informasi dari representasi, menghasilkan representasi, dan menggunakan representasi untuk memecahkan masalah dapat dilakukan berdasarkan respons mereka terhadap pertanyaan tes awal dan tes akhir. Kemampuan untuk menghasilkan representasi mencakup berbagai representasi yang dihasilkan oleh siswa, kualitas representasi tersebut, dan kesalahan yang dilakukan siswa dalam pembuatannya. Setelah membuat representasi, siswa menggunakannya untuk menyelesaikan

¹² Teodorescu, R. C., Bennhold, C., Feldman, G., & Medsker, L. 2013. "New approach to analyzing physics problems: A Taxonomy of

Introductory Physics Problems". *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 9, 010103 (2013), (<http://prst-per.aps.org>)

tantangan.

Kemampuan untuk memecahkan masalah juga dinilai melalui studi berbagai tugas representasi dan hasil wawancara. Data yang dianalisis disajikan melalui diagram serta tabel. Representasi yang dipakai oleh siswa dalam pemecahan masalah serta kapabilitas mereka untuk menghasilkan representasi ditunjukkan menggunakan diagram batang. Hasil tes awal dan tes akhir tentang kesalahan dalam mengembangkan representasi, pengambilan informasi, penggunaan representasi, kualitas representasi, serta pemecahan masalah memakai representasi ditunjukkan menggunakan Tabulasi silang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kamampuan pemecahan masalah siswa mencakup kapabilitas

melakukan pengambilan informasi, pembuatan representasi serta memakai representasi guna melakukan pemecahan masalah. Berikut hasil dan pembahasan perihal kapabilitas tersebut.

Kemampuan Mengambil Informasi

Kapasitas siswa untuk mengingat pengetahuan dikategorikan ke dalam empat tahap seperti yang diuraikan di bawah ini. Level 3 menunjukkan bahwa semua informasi penting telah dikumpulkan dan dikenali secara akurat. Level 2 menunjukkan bahwa beberapa informasi telah dikenali secara akurat, meskipun tidak semua informasi yang relevan telah diperoleh. Level 1 menunjukkan bahwa informasi yang terdeteksi salah. Level 0 menunjukkan bahwa tidak ada upaya yang jelas dilaksanakan guna mendapatkan informasi krusial dari masalah tersebut. Kapasitas siswa untuk mengingat materi ini berubah antara tes awal dan tes akhir. Transisi tersebut ditunjukkan dengan crosstabulation pada Tabel 1.

Tabel 1 Crosstabulation Kemampuan Mengambil Informasi pada Tes Awal dan Tes Akhir

		Tes Akhir			Total	
		1	2	3		
Tes Awal	0	Jumlah	7	9	6	22
		% dari Total	5%	6%	4%	15%
	1	Jumlah	20	30	34	84
		% dari Total	14%	21%	23%	58%
	2	Jumlah	1	11	25	37
		% dari Total	1%	8%	17%	26%
	3	Jumlah	0	0	1	1
		% dari Total	0%	0%	1%	1%
	Total	Jumlah	28	50	66	144
		% dari Total	19%	35%	45%	100%

Keterangan warna: ■ = level menurun; ■ = level tetap; ■ = level meningkat; ■ = total terbesar

Berdasarkan Tabel 1 teramati pada tes awal kemampuan mengambil informasi mayoritas ada pada pada level 1 (84 kali dari 24 siswa x 6 soal = 144, 58%). Perihal ini mempunyai arti pada tes awal sebagian besar informasi yang diidentifikasi siswa memuat kesalahan. Pada tes akhir, kapabilitas mengambil informasi sebagian besar berada pada level 3 (66 kali dari 144, 45%). Perihal ini mempunyai arti pada tes akhir sebagian besar semua informasi krusial yang dibutuhkan telah diambil dan dilakukan identifikasi dengan benar. Tidak terdapat level 0 (*missing*) pada tes akhir, artinya semua siswa telah berupaya mengambil informasi dari representasi yang diberikan dalam soal.

Tabel 1 juga menampilkan pergeseran level dari tes awal ke tes akhir. Pergeseran terbesar dari tes awal ke tes akhir adalah dari level 1 ke 3 (34 kali dari 144, 23%). Di samping itu, ada penurunan level dari tes awal dan tes akhir (1 kali dari 144, 1%), yaitu dari level 2 ke 1 yang artinya pada tes awal siswa sudah mengidentifikasi beberapa informasi dengan benar, sedangkan pada tes akhir siswa salah dalam mengidentifikasi informasi yang diambilnya.

Siswa menunjukkan peningkatan

dalam keterampilan mengingat pengetahuan mereka dari ujian pertama hingga ujian akhir. Penelitian ini mengungkapkan bahwa skor kemampuan mengingat informasi meningkat dari rata-rata 1,1 pada ujian pertama menjadi 2,3 pada ujian akhir. Pada penilaian pertama, kemampuan mengingat informasi rata-rata berada pada level 1, yang menunjukkan bahwa materi yang ditunjukkan oleh siswa memiliki ketidakakuratan. Pada tes akhir, kemampuan mengingat informasi rata-rata mencapai level 2, yang menunjukkan bahwa beberapa materi dikenali secara akurat, meskipun tidak semua informasi penting ditemukan. Ketidakmampuan siswa untuk mengingat semua informasi yang relevan dapat mengakibatkan ketidakmampuan untuk memecahkan kesulitan.

Penelitian ini mengungkapkan peningkatan kapasitas siswa untuk mengekstrak informasi dari representasi yang diberikan dalam pertanyaan. Jika pada tes awal informasi yang diidentifikasi siswa masih memuat kesalahan, maka pada tes akhir sejumlah informasi telah dilakukan identifikasi dengan benar, namun tidak seluruh informasi penting diambil. Hal ini berarti pembelajaran dengan multi representasi mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam mengambil informasi penting dari representasi yang diberikan dalam soal. Hal ini sesuai dengan klaim Ibrahim dan Rebello¹³ bahwa kemampuan siswa dengan berbagai jenis representasi dalam hal

¹³ Ibrahim, B., & Rabello, S. N. 2012. "Representational Task Formats and Problem

Solving Strategies in Kinematics and Work". *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8,

pengkodean, menafsirkan, mengambil informasi dari representasi tertentu, dan menerjemahkan informasi kedalam representasi yang berbeda dapat ditingkatkan melalui multi representasi. Kemampuan ini penting untuk dimiliki siswa, agar siswa dapat menggunakan informasi untuk membuat representasi.

Siswa yang mengalami kesalahan dalam mengambil informasi atau tidak melakukan pengambilan semua informasi penting dapat membuat siswa tidak sukses dalam memecahkan masalah. Chi dan Glaser¹⁴ juga mengungkapkan bahwa kesalahan dalam mengambil informasi dalam soal membuat masalah tidak dapat terpecahkan.

Kemampuan mengambil informasi ini penting dan perlu dikembangkan agar siswa dapat membuat representasi dengan baik untuk memecahkan masalah. Saat kegiatan pemecahan masalah menggunakan tugas representasi kemampuan ini telah diasah, namun

kegiatan pemecahan masalah selanjutnya guru perlu meminta siswa menggarisbawahi informasi yang dianggap penting oleh siswa. Informasi yang telah digaris bawah tersebut dapat membantu guru melihat kemampuan siswa dalam mengambil informasi dari representasi yang diberi pada soal.

Kemampuan Membuat Representasi untuk Memecahkan Masalah

Siswa membuat representasi dalam memecahkan masalah menyertakan kemampuan representasi serta melibatkan pembuatan pilihan representasi yang digunakan untuk pemecahan masalah yang diberikan¹⁵. Kemampuan membuat representasi diamati jenis representasi yang dipergunakan siswa guna melakukan pemecahan masalah serta kualitas representasi tersebut.

Representasi yang dipergunakan siswa dalam melakukan pemecahan masalah pada tes awal serta tes akhir diberikan penyajian pada Tabel 2. Timbul pergeseran penggunaan representasi guna memecahkan masalah pada tes awal serta tes akhir.

010126, (<http://prst-per.aps.org>)

¹⁴ Chi, M. T. H., & Glaser, R. 1985. "Problem solving ability". Dalam R.J.Sternberg (Ed), *Human abilities: An information-processing approach* (227-250), New York. Freeman

¹⁵ Ainsworth, S. 2006. "DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations". *Learning and Instruction*, 16: 183-198, (<http://www.csuchico.edu>)

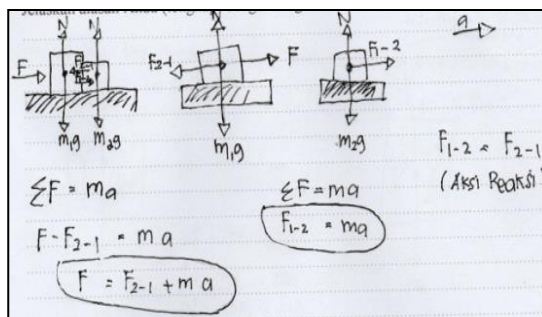
Tabel 2 Crosstabulation Penggunaan Representasi pada Tes awal dan Tes akhir

		Tes akhir			Total
		Mono Representasi	Multi: 2 Representasi	Multi: 3 Representasi	
Tes awal	Tidak ada Representasi	Jumlah 7	10	1	18
		% dari Total 5%	7%	1%	13%
	Mono Representasi	Jumlah 31	29	15	75
		% dari Total 21%	20%	10%	51%
	Multi: 2 Representasi	Jumlah 2	28	11	41
		% dari Total 2%	19%	7%	28%
	Multi: 3 Representasi	Jumlah 1	5	4	10
		% dari Total 1%	4%	3%	8%
	Total	Jumlah 41	72	31	144
		% dari Total 29%	50%	21%	100%

Keterangan warna: ■ representasi tetap; ■ = total terbesar

Tabel 2 menampilkan pada tes awal, siswa sering menggunakan mono - representasi (75 kali dari 144, 51%) guna melakukan pemecahan masalah, layaknya representasi verbal serta matematis. Pemakaian mono representasi mengalami penurunan pada tes akhir jadi 41 kali dari 144 (29%). Pada tes awal dan tes akhir, terdapat 31 kali dari 144 (21%) tetap memakai mono representasi guna melakukan pemecahan masalah. Pada tes akhir

siswa sering memakai multi representasi (2 representasi) sebanyak 72 kali dari 144 (50%). Penggunaan multi representasi guna melakukan pemecahan masalah terjadi kenaikan pada pada tes akhir. Bila total multi representasi (2 dan 3 representasi) pada tes awal adalah 51 kali dari 144 (36%), maka pada tes akhir meningkat menjadi 103 kali dari 144 (71%). Contoh representasi yang dipergunakan siswa untuk melakukan pemecahan masalah pada tes akhir diberikan penyajian pada Gambar 1.



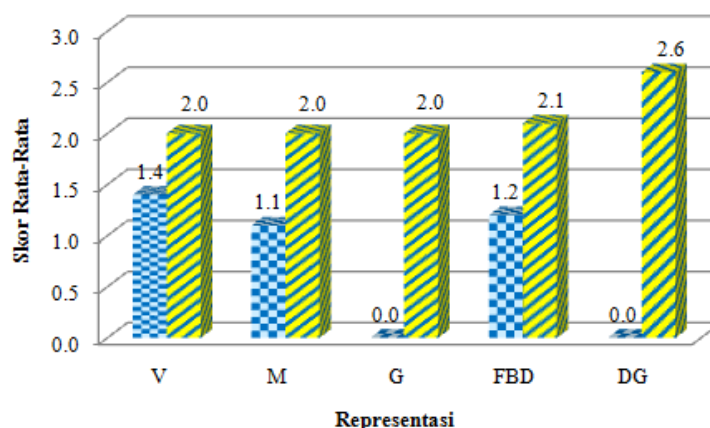
Gambar 1 Contoh Pemecahan Masalah Hukum II Newton pada Tes akhir soal 2, siswa membuat diagram benda bebas dan representasi matematis

Kualitas representasi (verbal, grafik, matematis, diagram gerak, serta

diagram benda bebas) yang dipergunakan siswa guna memecahkan masalah bila diungkapkan

dalam skor rata-rata pada tes awal serta tes akhir bisa diamati pada Gambar 2. Pada tes awal, skor rata-rata representasi verbal (1,4), matematis (1,1) dan diagram benda bebas (1,3) hampir sama, sedangkan representasi grafik dan diagram gerak bernilai nol karena pada tes awal tidak ada siswa yang membuat

representasi tersebut. Pada tes akhir, kualitas representasi verbal (2), matematis (2), grafik (2), diagram benda bebas (2,4) dan diagram gerak (2,6) mengalami peningkatan. Kemampuan membuat representasi meningkat dari 1,2 mendekati level 1 (*inadequate*) jadi 2,1 mendekati level 2 (*need some improvement*).



Gambar 2 Skor Rata-Rata Representasi yang Dibuat Siswa

Setelah mengekstrak dan menganalisis informasi dari representasi masalah, siswa menggunakannya untuk membangun representasi baru. Kemampuan untuk mengomunikasikan informasi melalui banyak representasi merupakan bakat yang harus dikembangkan¹⁶. Kemampuan ini dikembangkan melalui perolehan pengetahuan melalui banyak representasi saat siswa mempelajari Hukum Kedua Newton¹⁷. Siswa

menghasilkan representasi sambil mengatasi tantangan yang memerlukan kemampuan representasi dan pemilihan representasi yang tepat untuk pemecahan masalah. Kemampuan untuk menghasilkan representasi ditunjukkan oleh jenis representasi yang digunakan oleh siswa dalam pemecahan masalah dan kualitas representasi tersebut.

Berlandaskan temuan penelitian didapatkan bahwa pembelajaran dengan multi representasi mampu membuat siswa lebih *expert* dalam melakukan pemecahan masalah. Perihal

¹⁶Ibrahim, B., & Rabello, S. N. 2012. "Representational Task Formats and Problem Solving Strategies in Kinematics and Work". *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8, 010126, (<http://prst-per.aps.org>)

¹⁷ Nistal, A., Dooren, W., Clarebout, G., Elen, J., & Verschaffel, L. 2009. "Conceptualizing, investigating and stimulating representational flexibility in mathematical problem solving and learning: A critical review". *ZDM Math. Educ.* 41: 627-636.

ini ditampilkan bahwa siswa sering memakai representasi matematis dan diagram benda bebas untuk memecahkan masalah. Malone¹⁸ menyatakan bahwa seorang *expert* membangun dan menggunakan diagram dalam proses memecahkan masalah, sedangkan *novice* jarang membangun serta memakai diagram. Sebagian besar siswa juga telah menggunakan multi representasi (2 dan 3 representasi) untuk guna melakukan pemecahan masalah. Seorang *expert* menggunakan lebih dari satu representasi dalam memecahkan masalah.¹⁹

Kemampuan Menggunakan Representasi untuk Memecahkan Masalah

Kemampuan menggunakan representasi untuk memecahkan masalah ditentukan oleh kemampuan siswa dalam mengambil informasi serta kapabilitas membuat representasi. Kemampuan memakai representasi untuk melakukan pemecahan masalah

dikategorikan dalam 4 level. Level 3 artinya masalah dipecahkan dengan benar dan menggunakan representasi yang telah dibangun. Representasi yang dibuat siswa cukup guna membuat klaim. Level 2 mempunyai arti masalah dipecahkan dengan representasi yang sudah dibangun, tetapi tidak sepenuhnya menyelesaikan masalah. Representasi yang dibuat siswa belum cukup untuk membuat klaim. Level 1 artinya masalah belum terpecahkan, representasi yang dibangun tidak cukup guna membuat klaim. Level 0 artinya tidak terdapat usaha yang dilaksanakan guna memecahkan masalah. Kemampuan siswa dalam menggunakan representasi mengalami pergeseran pada tes awal serta tes akhir. Pergeseran tersebut diberikan penyajian dengan *crosstabulation* pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa dalam tes awal, kemahiran dalam menggunakan representasi untuk pemecahan masalah sebagian besar turun pada level 1, terjadi 83 kali, yaitu 57%. Ini menunjukkan bahwa masalah tersebut masih belum terselesaikan dalam tes awal, dan representasi yang dibangun tidak cukup untuk mendukung suatu klaim.

¹⁸ Malone, K. L. 2008. "Correlations among knowledge structures, force concept inventory, and problem-solving behaviours." *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 4, 020107, (<http://prst-per.aps.org>)

¹⁹ Kohl, P. B., & Finkelstein, N. D. 2008.

"Patterns of multiple representation use by expert and novices during physics problem solving". *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 4, 010111, (<http://prst-per.aps.org>)

Tabel 3 Crosstabulation Kemampuan Menggunakan Representasi untuk Memecahkan Masalah pada Tes awal dan Tes akhir

		Tes akhir			Total	
		1	2	3		
Tes awal	0	Jumlah	6	10	8	24
		% dari Total	4%	7%	6%	17%
	1	Jumlah	13	41	29	83
		% dari Total	9%	28%	20%	57%
	2	Jumlah	3	10	23	36
		% dari Total	2%	7%	16%	25%
	3	Jumlah	0	0	1	1
		% dari Total	0%	0%	1%	1%
	Total	Jumlah	22	61	61	144
		% dari Total	14%	43%	43%	100%

Keterangan warna: = level menurun; = level tetap; = level meningkat; = total terbesar

Kapasitas untuk menggunakan representasi untuk pemecahan masalah dalam tes akhir sebagian besar turun di antara level 2 dan 3, terjadi 61 kali dari 144 kali (43%). Ini menunjukkan bahwa kapasitas untuk menggunakan representasi untuk pemecahan masalah telah meningkat. Tidak terdapat level 0 (*missing*) pada tes akhir yang artinya semua siswa telah berupaya untuk memecahkan masalah. Tabel 4.13 juga menunjukkan pergeseran level dari tes awal ke tes akhir. Pergeseran terbesar dari tes awal ke tes akhir adalah dari level 0 ke 2, 1 ke 2 serta 2 ke 3. Selain itu, ada penurunan level dari tes awal serta tes akhir (3 kali dari 144, 2%), yaitu dari level 2 ke level 1.

Ada peningkatan kapabilitas memakai representasi guna memecahkan masalah pada tes awal serta tes akhir.

Hasil analisis diperoleh bahwa skor rata-rata kemampuan menggunakan representasi pada tes akhir (2,3) lebih tinggi dibandingkan rata-rata tes awal (1,1). Hal ini berarti pada tes akhir, peningkatan kemampuan memakai representasi guna melakukan pemecahan masalah mendekati level 2 (*need some improvement*), ketika mayoritas masalah ditangani oleh perwakilan yang ditetapkan, namun masalah tersebut tetap tidak terselesaikan secara menyeluruh. Dalam tes awal, mayoritas masalah tetap tidak terselesaikan, dan perwakilan yang dibangun tidak cukup untuk mendukung klaim.

Kemampuan siswa dalam menggunakan representasi untuk memecahkan masalah ini mengalami peningkatan. Sebagian besar masalah dilakukan pemecahan dengan representasi yang telah dibangun, tetapi siswa tidak sepenuhnya menyelesaikan masalah. Hal ini sudah menunjukkan bahwa pembelajaran dengan multi representasi dapat mengubah perilaku siswa dari *novice* menjadi *expert* dalam melakukan pemecahan masalah. Seorang *expert* lancar dalam memakai bermacam representasi

guna melakukan pemecahan masalah dan lebih luwes (*flexibly*) berpindah antara beberapa representasi guna melakukan pemecahan masalah.

Nguyen dan Rebello²⁰ menyatakan bahwa pembelajaran dengan multi representasi dapat membantu siswa menjadi penyelesaian masalah yang baik. Namun, terkadang siswa membuat representasi dengan benar, namun tidak digunakan untuk memecahkan masalah. Siswa juga membuat representasi untuk memecahkan masalah, namun belum cukup dipergunakan guna membuat klaim. Perihal ini mempunyai arti kemampuan siswa dalam menggunakan representasi untuk memecahkan masalah harus lebih dikembangkan.²¹

Kemampuan pemecahan masalah mencakup kemampuan mengambil informasi, membuat representasi dan menggunakan representasi untuk memecahkan masalah mengalami kenaikan. Perihal ini menampilkan yaitu pembelajaran dengan multi representasi memberi kontribusi pada kemampuan

pemecahan masalah siswa. Siswa mengatasi tantangan yang memerlukan ekstraksi informasi dari representasi masalah dan pembuatan representasi. Memanfaatkan representasi untuk mengatasi masalah ini dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap topik yang diperoleh.

KESIMPULAN

Penggunaan beberapa representasi dalam pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa, termasuk pengambilan informasi, pembuatan representasi, dan penerapan representasi, meningkatkan kinerja mereka dari rata-rata 1,1, mendekati level 1, menjadi 2,2, mendekati level 2. Penggunaan beberapa representasi dalam pembelajaran dapat mengubah siswa dari pemula menjadi ahli dalam menangani masalah yang terkait dengan Hukum Kedua Newton. Rekomendasi untuk pendidik harus fokus pada peningkatan kemampuan pemecahan masalah, termasuk pengambilan informasi, pembuatan representasi, dan penerapan representasi untuk menyelesaikan masalah. Serta saran bagi peneliti lain dapat melakukan penelitian selanjutnya mengenai kemampuan pemecahan masalah. Peneliti lain juga dapat melakukan penelitian lebih lanjut guna mengatasi kesulitan

²⁰ Nguyen, D. H., & Rebello, S. N. 2011. "Students' understanding and application of the area under the curve concept in physics problems". *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 7, 010112 (2011), (<http://prst-per.aps.org>)

²¹ Etkina, E., Heuvelen, V. A., White-Brahmia, S., Brookes, T. D., Gentile, M., Murthy, S., Rosengrant, D., & Warren, A. 2006. "Scientific Abilities and Their Assessment". *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 2, 020103, (<http://prst-per.aps.org>)

yang masih dialami siswa dalam memecahkan masalah hukum II Newton.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth, S. 2006. DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16: 183-198, (<http://www.csuchico.edu>)
- Chi, M. T. H., & Glaser, R. 1985. Problem solving ability. Dalam R.J.Sternberg (Ed), *Human abilities: An information-processing approach* (227-250), New York. Freeman
- Cock, M. 2012. Representation use and strategy choice in physics problem solving. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8, 020117, (<http://prst-per.aps.org>)
- Crebert, G., Patrick, C. K., Cragolini, V., Smith, C., Worsfold, K., & Webb, F. 2011. *Problem Solving Skills Toolkit*, (<http://www.griffith.edu.au>)
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. 2007. *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. United States of Amerika: Sage Publication, Inc.
- Deslauries, L., & Wieman, C. 2011. Learning and retention of quantum concept with different teaching method. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 7, 010101, (<http://prst-per.aps.org>)
- Etkina, E., Heuvelen, V. A., White-Brahmia, S., Brookes, T. D., Gentile, M., Murthy, S., Rosengrant, D., & Warren, A. 2006. Scientific Abilities and Their Assessment. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 2, 020103, (<http://prst-per.aps.org>)
- Hedge, B., & Meera, B. N. 2012. How do they solve it? An insight into the learner's approach to the mechanism of physics problem solving. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8, 010100, (<http://prst-per.aps.org>)
- Ibrahim, B., & Rabello, S. N. 2012. Representational Task Formats and Problem Solving Strategies in Kinematics and Work. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8, 010126, (<http://prst-per.aps.org>)
- Kohl, P. B., Rosengrant, D., & Finkelstein, N. D. 2007. Strongly and weakly directed approaches to teaching multiple representation use in physics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*. 3, 010108, (<http://prst-per.aps.org>)
- Kohl, P. B., & Finkelstein, N. D. 2008. Patterns of multiple representation use by expert and novices during physics problem solving. *Physical Review Special Topics-*

- Physics Education Research*, 4, 010111, (<http://prst-per.aps.org>)
- Malone, K. L. 2008. Correlations among knowledge structures, force concept inventory, and problem-solving behaviours. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 4, 020107, (<http://prst-per.aps.org>)
- Nguyen, D. H., & Rebello, S. N. 2011. Students' understanding and application of the area under the curve concept in physics problems. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 7, 010112 (2011), (<http://prst-per.aps.org>)
- Nistal, A., Dooren, W., Clarebout, G., Elen, J., & Verschaffel, L. 2009. Conceptualizing, investigating and stimulating representational flexibility in mathematical problem solving and learning: A critical review. *ZDM Math. Educ.* 41: 627-636.
- Rosengrant, D., Van Heuvelen, A., Etkina, E. 2009. Do Students use understand free-body diagrams?. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 5, 010108, (<http://prst-per.aps.org>)
- Savinainen, A., Makynen, A., Nieminen, P., & Viiri, J. 2013. Does using a visual-representation tool foster students' ability to identify force and construct free body diagram. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 9, 010104, (<http://prst-per.aps.org>)
- Singh, C. 2008. Assessing student expertise in introductory physics with isomorphic problem. 1. Performance on nonintuitive problem pair from introductory. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 4, 010104, (<http://prst-per.aps.org>)
- Sutopo., Liliyasi., Waldrip, B., & Rusdiana, D. 2012. Impact Of Representational Approach On The Improvement Of Students' Understanding Of Acceleration. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8: 161-173
- Teoderescu, R. C., Bennhold, C., Feldman, G., & Medsker, L. 2013. New approach to analyzing physics problems: A Taxonomy of Introductory Physics Problems. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 9, 010103 (2013), (<http://prst-per.aps.org>)

