

DAMPAK PROGRAM RESITASI TERHADAP PERUBAHAN KONSEPTUAL MAHASISWA PADA TOPIK HUKUM III NEWTON

Ida Bagus Rini Jayanti, Wartono, Sutopo
Pendidikan Fisika Pascasarjana-Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang. E-mail: idabagusrinijayanti@gmail.com

Abstract: Through this research the computer-assisted recitation program has been developed which is consisted of 9 multiple choice of conceptual questions and its feedback. This research purposed to investigate the effect of the recitation program to students' conceptual understanding and conceptual change about Newton third laws. Data retrieved with a pretest using multiple choice who given after kinematics learning (one and two-dimensional) and particle dynamics (Newton's laws of force and motion) and a posttest was given after using the recitation program. The program used as offline by the student for a week. Subject of this study consisted of 35 students of the first year enrolled in introductory physics course at State University of Malang. The research found that students' conceptual understanding overall increased significantly with N-gain value is 0.31 and students' conceptual change was better because they have sound understanding and partial understanding increased, and they have misconceptions and no understanding decreased.

Keywords: conceptual understanding, Newton third laws, program, recitation

Abstrak: Melalui penelitian ini telah dikembangkan program resitasi berbantuan komputer berisi 9 soal-soal konseptual dalam bentuk pilihan ganda beserta balikan langsung. Penelitian ini dimaksudkan untuk menyelidiki dampak program tersebut terhadap penguasaan konsep dan perubahan konsep mahasiswa mengenai hukum III Newton. Data diambil melalui pretes berupa tes pilihan ganda yang diberikan setelah pembahasan topik kinematika (satu dan dua dimensi) dan dinamika partikel (hukum-hukum Newton tentang gaya dan gerak) dan postes diberikan setelah menggunakan program resitasi. Program digunakan mahasiswa selama seminggu secara *offline*. Subjek penelitian terdiri atas 35 mahasiswa tahun pertama Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Malang yang sedang menempuh mata kuliah Fisika Dasar I. Hasil penelitian ditemukan bahwa penguasaan konsep mahasiswa secara keseluruhan meningkat secara signifikan dengan nilai *N-gain* sebesar 0.31 dan perubahan konsep mahasiswa semakin baik dengan meningkatnya jumlah mahasiswa yang memiliki pemahaman mantap dan pemahaman sebagian, serta berkurangnya jumlah mahasiswa yang mengalami miskonsepsi dan yang tidak paham.

Kata kunci: penguasaan konsep, hukum III Newton, program, resitasi

Pembelajaran fisika salah satunya bertujuan untuk membantu siswa memahami konsep dan prinsip fisika secara mendalam sehingga dapat memecahkan masalah yang dihadirkan dengan multikonteks dan multirepresentasi (Hedge & Meera, 2012; Docktor & Mestre, 2014; Ryan et al., 2016). Namun demikian, upaya untuk mencapai tujuan tersebut sering terkendala oleh pengetahuan awal siswa yang seringkali tidak sesuai dengan pengetahuan ilmiah (Aufschnaiter & Rogge, 2010; Suparno, 2013). Upaya untuk membantu terjadinya perubahan konseptual siswa ke arah yang benar telah banyak dilakukan (Heron, 2015; Docktor & Mestre, 2014).

Perubahan konseptual merupakan suatu proses memodifikasi pengetahuan awal siswa (yang seringkali tidak tepat) menjadi pengetahuan baru yang sesuai dengan pengetahuan ilmiah atau yang telah disepakati para ahli. Perubahan konseptual memerlukan pembelajaran yang memungkinkan siswa mengembangkan konsep-konsep baru dan memperbaiki cara berpikir sebelumnya (Docktor & Mestre, 2014; Arends, 2012; Frank, 2012; Atasoy, 2009). Perubahan konseptual siswa telah banyak dilakukan dengan pemberian bantuan belajar berupa soal-soal konseptual dalam bentuk tugas tambahan, kuis, tutorial, simulasi, dan metode belajar lainnya, baik secara *offline* maupun *online* (Guo & Shekoyan, 2014; El Hassouny et al., 2014; Sornkhatha Srisawasdi, 2013; Oliveira & Oliveira, 2013; Sayre et al., 2012; Yerushalmi et al., 2012; Morera et al., 2012; Henderson & Harper, 2009; Koenig et al., 2007; Demirci, 2003). Artikel ini difokuskan untuk mendeskripsikan perubahan konseptual mahasiswa pada hukum III Newton setelah menggunakan program resitasi secara *offline* pada tahap resitasi. Artikel ini

melaporkan bagian khusus dari penelitian besar mengenai dampak program resitasi terhadap perubahan konseptual mahasiswa pada materi hukum Newton.

Hukum III Newton merupakan salah satu materi yang wajib diajarkan pada mata kuliah Fisika Dasar I. Hukum III Newton berbicara tentang konsep gaya-gaya interaksi antar benda, sehingga hukum III Newton dapat dikatakan sebagai salah satu konsep dasar fisika yang banyak diterapkan dalam fenomena fisis sehari-hari (Serway & Jewett, 2004; Knight, 2008; Sornkhatha & Srisawasdi, 2013). Oleh karena itu, konsep-konsep yang ada dalam hukum III Newton harus dikuasai mahasiswa dengan baik.

Hukum III Newton dapat diajarkan dengan pembelajaran multikonteks dan multirepresentasi agar siswa dapat lebih mudah memahami makna konsep tersebut secara mendalam, misalnya pembelajaran dengan diagram benda bebas (*free body diagram*) untuk memahami gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda (Savinainen, et al., 2013). Hasil penelitian Nieminen, et al. (2012) menunjukkan bahwa siswa yang mempunyai nilai tinggi cenderung konsisten dalam menggunakan representasi untuk menyelesaikan permasalahan tentang konsep gaya. Savineinan, et al. (2013) juga melaporkan dari hasil penelitiannya bahwa mahasiswa yang mampu merepresentasikan konsep gaya menggunakan diagram benda bebas cenderung memiliki pemahaman yang baik mengenai konsep gaya.

Sejak beberapa dekade yang lalu banyak peneliti menemukan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep hukum III Newton (Sayre et al, 2012; Savinainen et al., 2012), sehingga sulit memecahkan permasalahan konseptual yang berkaitan dengan konsep tersebut. Rosenblatt & Heckler (2011) melaporkan bahwa siswa seringkali kesulitan mengaitkan gaya resultan, kecepatan, dan percepatan (Rosenblatt & Heckler, 2011), siswa seringkali memahami bahwa massa benda yang lebih besar mengakibatkan gaya yang lebih besar (Narjaikaew, 2013). Secara keseluruhan, dapat dikatakan bahwa siswa kesulitan dalam memahami konsep gaya dan mekanikanya (Kim & Pak, 2002; Savinainen, et al., 2013; El Hassouny, et al., 2014). Oleh karena itu, penguatan pemahaman mahasiswa terhadap konsep hukum III Newton merupakan hal penting dalam pembelajaran konsep tersebut.

Hukum III Newton dapat diajarkan dengan soal-soal konseptual yang dapat membantu mahasiswa belajar secara mendalam. Mereka harus dilatihkan berpikir dengan konteks sebanyak mungkin, sehingga terbiasa menerapkan konsep ke berbagai konteks dan proses *recall* konsep yang dimilikinya menjadi lebih mudah dan dapat digunakan dalam memori jangka panjang (Heuvelen, 1991). Namun, seringkali hal ini terkendala dengan alokasi waktu perkuliahan yang singkat. Oleh karena itu, perlu adanya pemberian bantuan belajar berupa soal konseptual dalam bentuk program berbantuan komputer untuk membantu dosen mengajarkan konsep secara lebih mendalam, tanpa menyita waktu perkuliahan. Soal-soal konseptual hendaknya disajikan dengan berbagai konteks (multikonteks) dan representasi yang berbeda-beda (multirepresentasi). Dosen juga dapat memberikan balikan (*feedback*) langsung dari program tersebut agar mahasiswa langsung mengetahui kesalahannya dan dapat memperbaikinya. Oliveira & Oliveira (2013) melaporkan bahwa penggunaan pertanyaan-pertanyaan konseptual dapat membantu siswa belajar dengan memverifikasi konsep yang dipahaminya. Penggunaan program dalam perkuliahan tradisional dapat menghilangkan miskonsepsi mahasiswa secara signifikan mengenai konsep gaya dan gerak (Demirci, 2003) dan pemahaman konsep mahasiswa menjadi meningkat (Sorkhatha Srisawasdi, 2013; El Hassouny et al., 2014). Soal-soal konseptual yang dikemas dalam bentuk program dapat diberikan di luar perkuliahan (resitasi).

Resitasi merupakan salah satu metode pembelajaran yang dapat mengajarkan konsep secara lebih mendalam. Resitasi dapat diartikan sebagai kuliah pendalaman (Kohl et. al, 2007) yang dilakukan dengan memberi tugas khusus kepada mahasiswa untuk mengerjakannya di luar jam perkuliahan, kemudian hasilnya dipertanggungjawabkan di kelas (Prasetyo dkk., 2012). Dengan metode resitasi, diharapkan dosen dapat mengajarkan suatu konsep, memberikan umpan balik, dan melakukan refleksi (Etkina, 2010). Hasil penelitian Ogilvie (2009) menunjukkan bahwa penggunaan resitasi dapat mengembangkan pemahaman konsep siswa. Metode resitasi yang diberikan kepada mahasiswa pengantar fisika melalui tutorial di luar jam perkuliahan dapat meningkatkan pemahaman konsep mereka (Koenig et. al., 2007; Prasetyo dkk., 2012; Yusmaridi dkk., 2012).

Bantuan belajar berupa pertanyaan konseptual disertai dengan balikan secara langsung diharapkan mampu membantu mahasiswa belajar lebih baik dalam memahami konsep hukum III Newton, sehingga perubahan konsep pada diri mahasiswa menjadi lebih baik. Program resitasi yang diberikan beserta balikan secara langsung dan cepat kepada mahasiswa diharapkan dapat membuat mahasiswa mengetahui kesalahannya dan memperbaiki pemahamannya. Oleh karena itu, penelitian ini dimaksudkan untuk mendeskripsikan dampak program resitasi terhadap (1) penguasaan konsep dan (2) perubahan konseptual mahasiswa pada hukum III Newton.

METODE

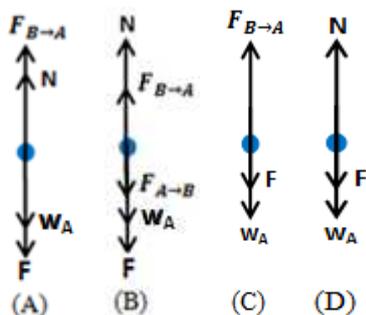
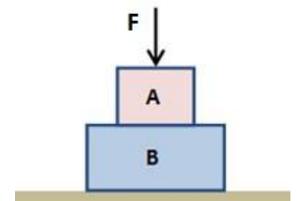
Penelitian ini dilakukan di Universitas Negeri Malang (UM) dengan subjek penelitian adalah mahasiswa tahun pertama Program Studi Pendidikan Fisika yang sedang menempuh mata kuliah Fisika Dasar I, berjumlah 35 orang yang terdiri atas 2 orang laki-laki dan 33 orang perempuan. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus s.d. Desember 2015.

Data diambil melalui pretes dan postes berupa tes pilihan ganda. Efektivitas program dilihat dari perubahan respon mahasiswa dari pretes ke postes terhadap satu butir soal tersebut yang disajikan pada Gambar 2. Soal pretes diberikan setelah pembahasan topik kinematika (satu dan dua dimensi) dan dinamika partikel (hukum-hukum Newton tentang gerak) dan soal postes diberikan setelah penggunaan program sebanyak tiga kali pada tahap resitasi.

Sebelum mengerjakan soal pada pretes-postes dan program resitasi, mahasiswa telah membahas konsep kinematika dan hukum-hukum Newton selama kurang lebih 2 bulan pada perkuliahan Fisika Dasar I dan diperkuat dengan pemberian program resitasi berisi soal-soal konseptual beserta balikan secara langsung. Pembelajaran dilakukan setiap 2 kali pertemuan setiap minggu dengan alokasi waktu 2 x 50 menit setiap pertemuan. Melalui perkuliahan tersebut, mahasiswa mendalami konsep hukum III Newton melalui ceramah, tanya jawab, diskusi kelompok maupun diskusi kelas. Terkait konsep-konsep kinematika, mahasiswa belajar menganalisis gerak satu dan dua dimensi melalui berbagai macam representasi (diagram gerak, tabel, grafik, persamaan matematis, verbal, *gesture*, dan demonstrasi). Terkait hukum-hukum Newton tentang gerak, mahasiswa belajar mengidentifikasi interaksi gaya yang bekerja pada suatu benda dan membuatnya dalam bentuk diagram benda bebas, serta menganalisis gerak satu dan dua dimensi dengan menyinggung gaya yang bekerja. Mahasiswa juga belajar menemukan konsep itu sendiri melalui demonstrasi yang dilakukan dosen di depan kelas mengenai fenomena yang sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Kesulitan-kesulitan mahasiswa yang diperoleh selama pembelajaran dan dari pengalaman dosen selama mengajar Fisika Dasar I beberapa tahun sebelumnya dijadikan sebagai acuan untuk membuat soal pretes-postes dan soal konseptual dalam program tersebut. Soal-soal yang dibuat diinspirasi oleh soal-soal konseptual pada Fisika Dasar I (Serway & Jewett, 2004; Knight, 2008), *Force Concept Inventory* (FCI), (Hestenes, et al., 1992), *Mechanical Baseline Test* (MBT), (Hestenes & Wells, 1992), soal gaya dan gerak (Keeley & Harrington, 2010), dan soal yang telah digunakan oleh Sutopo & Waldrip (2014).

Program dibuat menggunakan *Wondershare Quiz Creator* versi 4.5.1 yang berisi 9 soal konseptual mengenai gaya-gaya interaksi antar benda berupa pilihan ganda. Soal-soal yang disajikan dalam program ini tidak tersedia pada soal pretes dan postes. Soal-soal konseptual disajikan beserta balikan di setiap opsi jawaban yang dibuat sedemikian rupa untuk membantu mahasiswa memahami konsep lebih dalam, serta untuk menunjukkan kesalahan mahasiswa ketika menjawab soal dalam program dan mengecek pemahaman mahasiswa yang telah menjawab benar. Balikan yang diberikan dibuat dalam bentuk audio-visual dan visual. Salah satu contoh soal dan balikan setiap pilihan jawaban dapat dilihat pada Gambar 1. Soal-soal mengenai gaya-gaya interaksi antar benda dalam program secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran. Soal-soal dalam program ini telah diberikan masukan oleh 2 dosen pembimbing dan ditelaah oleh dua dosen lain di jurusan Fisika UM. Kedua dosen tersebut menyatakan bahwa semua butir soal memiliki validitas tinggi dalam arti sesuai dengan indikator, mampu membantu memperkuat pemahaman mahasiswa, benar secara konsep, balikan terhadap opsi jawaban yang salah mampu membuat mahasiswa mengetahui kesalahannya, balikan yang disajikan benar secara konsep, dan tidak menimbulkan penafsiran ganda secara gramatikal.

Balok A diletakkan di atas balok B. Balok A ditekan dengan gaya konstan F seperti gambar. Jika permukaan meja dan gaya gesek antara balok A dan B diabaikan, manakah diantara diagram-diagram gaya berikut yang paling tepat menggambarkan gaya-gaya yang bekerja pada balok A. (Catatan: $F \equiv$ gaya dorong; $N \equiv$ gaya normal oleh permukaan meja; $w_A \equiv$ gaya berat balok A oleh bumi; $F_{A \rightarrow B} \equiv$ gaya dorong balok A ke B; $F_{B \rightarrow A} \equiv$ gaya dorong balok B ke A)



Feedback:

- AWAS! Anda berpikir bahwa gaya normal dari meja juga bekerja pada balok A. Ingat bahwa dalam kasus ini balok A tidak berinteraksi dengan meja, hanya balok B yang berinteraksi dengan meja! Jadi gaya normal meja hanya bekerja pada balok B. Balok A hanya berinteraksi dengan balok B, Bumi, dan objek lain yang menghasilkan gaya F .
- AWAS! Anda menganggap bahwa gaya $F_{A \rightarrow B}$ dan gaya normal dari meja juga bekerja pada balok A. Ingat bahwa meskipun gaya $F_{A \rightarrow B}$ dan $F_{B \rightarrow A}$ merupakan gaya aksi-reaksi, gaya $F_{A \rightarrow B}$ tidak terdapat dalam diagram gaya yang bekerja pada balok A dan dalam kasus ini balok A tidak berinteraksi dengan meja! Jadi, gaya $F_{A \rightarrow B}$ tidak bekerja pada balok A meskipun gaya $F_{A \rightarrow B}$ dan $F_{B \rightarrow A}$ merupakan gaya aksi-reaksi dan gaya normal meja hanya bekerja pada balok B.
- Apakah Anda berpikir hanya gaya-gaya itu yang bekerja pada balok A? Tidak ada gaya lain? Jika Ya, berarti pemahaman Anda sudah benar. Namun, mengapa demikian? Apakah Anda berpikir karena balok A diberikan gaya luar F dan hanya berinteraksi dengan balok B, sehingga hanya gaya-gaya itu yang bekerja pada balok A? Sedangkan gaya normal dikerjakan

oleh meja ke balok B? Apakah Anda berpikir gaya normal balok A adalah gaya $F_{B \rightarrow A}$ itu sendiri? Jika Ya, pemahaman Anda sudah benar.

D. AWAS! Anda berpikir bahwa gaya normal dari meja juga bekerja pada balok A dan gaya reaksi dari balok B ke A tidak diperhitungkan. Ingat bahwa dalam kasus ini balok A tidak berinteraksi dengan meja, melainkan hanya berinteraksi dengan balok B, Bumi, dan objek lain yang menghasilkan gaya F ! Hanya balok B yang berinteraksi dengan meja. Jadi gaya normal meja hanya bekerja pada balok B dan perlu diperhitungkan ada gaya reaksi akibat interaksi dengan balok B.

Gambar 1. Contoh Soal Beserta Balikan Setiap Pilihan Jawaban yang Disajikan dalam Program Resitasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Skor pretes dan postes mahasiswa secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan skor mahasiswa dari pretes ke postes. Hal ini dapat dilihat dari nilai postes yang lebih baik dari nilai postes mahasiswa.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Skor Mahasiswa pada Pretes dan Postes

Statistik	Pretes (%)	Postes (%)
Minimum	4.4	30.4
Maksimum	60.9	87.0
Mean	32.8	53.9
Standar Deviasi	13.5	15.5
Median	34.8	52.2
Modus	34.8	47.8
Skewness	0.03	0.48

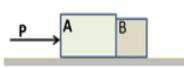
Catatan: N = 35

Signifikansi dari perbedaan rata-rata antara nilai pretes dan postes dinyatakan dari hasil uji-t berpasangan yang sebelumnya telah dilakukan uji kenormalan data pretes dan postes. Hasil perhitungan uji kenormalan data menunjukkan bahwa harga mutlak *skewness* kurang dari 1 dan nilai mean, median, dan modus tidak jauh berbeda (Tabel 1), maka menurut Leech, et al. (2005:31) dapat dikatakan bahwa data pretes dan postes terdistribusi normal. Nilai *t* dari hasil perhitungan uji-t berpasangan menggunakan SPSS 16.0 for Windows diperoleh dengan $df = N-1 = 34$ sebesar 10.43 dan $p = 0.00$. Hal ini menunjukkan bahwa penguasaan konsep siswa pada postes secara signifikan lebih tinggi dibandingkan pretes. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa pemberian program resitasi dapat meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa mengenai gaya dan gerak pada hukum Newton.

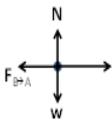
Hasil perhitungan *d-effect size* dan rata-rata nilai *N-gain* dilakukan untuk mengetahui sejauh mana efek program resitasi terhadap peningkatan penguasaan konsep mahasiswa (Morgan, et al., 2004). Nilai *d-effect size* diperoleh sebesar 1,46 (lebih dari 1) sehingga dikategorikan “kuat” (Cohen et al., 2007) dan rata-rata nilai *N-gain* (*g*) diperoleh sebesar 0.31 (kurang dari 0.7 dan lebih dari 0.3) sehingga dikategorikan “sedang” (Hake, 1998). Hal ini berarti bahwa program resitasi memberikan efek yang sangat besar terhadap peningkatan penguasaan konsep mahasiswa mengenai gaya dan gerak pada hukum Newton.

Penguasaan konsep mahasiswa paling meningkat terjadi pada topik hukum III Newton, khususnya gaya-gaya interaksi antar benda (soal nomor 14). Pada soal ini, mahasiswa diminta untuk menentukan diagram benda bebas dari permasalahan yang disajikan seperti Gambar 2.

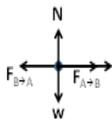
Balok A (bermassa $2m$) dan B (bermassa m) diletakkan di atas meja licin seperti gambar. Balok A didorong ke kanan dengan gaya konstan P sehingga bergerak ke kanan. Selama gerakan tersebut, kedua balok selalu bersentuhan.



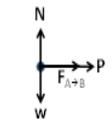
Diantara diagram-diagram gaya berikut, manakah yang paling tepat menggambarkan gaya-gaya yang bekerja pada balok B? Catatan: $F_{A \rightarrow B}$ \equiv gaya dorong balok A ke B; $F_{B \rightarrow A}$ \equiv gaya dorong balok B ke A.



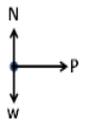
(A)



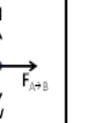
(B)



(C)



(D)

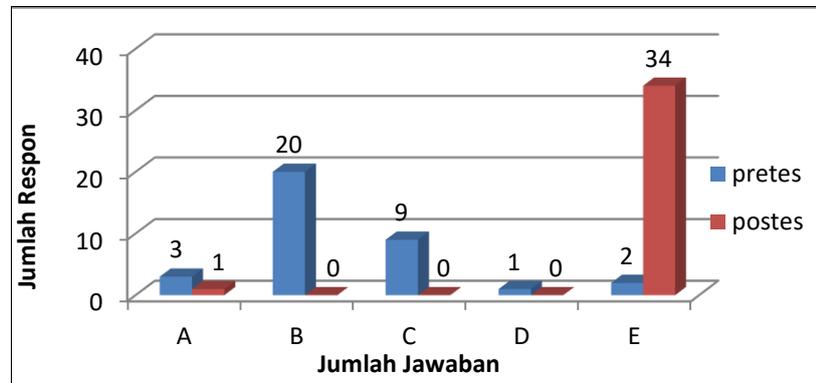


(E)

Gambar 2. Soal Pretes dan Postes yang Paling Meningkatkan

Penguasaan Konsep Mahasiswa

Berdasarkan hasil perolehan skor pretes dan postes mahasiswa mengenai hukum III Newton menunjukkan bahwa penguasaan konsep mahasiswa meningkat dari pretes ke postes. Hal ini dapat dilihat dari nilai postes yang lebih baik dari nilai pretes mahasiswa, yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Distribusi Jawaban Mahasiswa pada Pretes dan Postes. Kunci Jawaban adalah E.

Pada pretes, hanya didapatkan 2 mahasiswa (5,7%) yang memilih jawaban benar (opsi E), yaitu mahasiswa nomor 4 dan 23 karena berpikir bahwa gaya dorong F oleh tangan tidak bekerja pada balok B, sehingga tidak terdapat dalam diagram. Sebagian besar mahasiswa (20 mahasiswa, 57,1%) memilih opsi B karena menganggap bahwa gaya F dan F_{BA} juga bekerja pada balok B karena B juga didorong oleh F , dan gaya F_{AB} dan F_{BA} merupakan pasangan aksi reaksi sehingga gaya F_{BA} juga tetap ada pada diagram gaya yang bekerja pada balok B, sebagian lainnya tanpa memberikan alasan apapun. 9 mahasiswa (25,7%) memilih opsi C karena berpikir gaya F juga bekerja pada balok B. 3 mahasiswa (8,6%) memilih opsi A karena berpikir gaya F dan F_{BA} juga bekerja pada balok B. 1 mahasiswa (2,9%) memilih opsi D karena menganggap hanya gaya F yang bekerja pada balok B pada arah horizontal.

Pada postes hampir seluruh mahasiswa memilih opsi benar E, yaitu 34 mahasiswa (97,1%) karena telah memahami bahwa gaya F dan F_{BA} hanya bekerja pada balok A, tidak pada balok B. Hanya 1 mahasiswa (2,9%) yang memilih opsi A karena masih berpikir bahwa gaya F dan F_{BA} juga bekerja pada balok B. Tidak ada (0,0%) yang memilih opsi B, C, maupun D.

Perubahan respon mahasiswa dari pretes ke postes yang memilih jawaban benar E dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa terjadi perubahan pada pemahaman mahasiswa mengenai konsep hukum III Newton setelah menggunakan program resitasi. Sebagian besar jawaban mahasiswa berubah memilih jawaban benar E ketika postes. Hanya 1 mahasiswa yang masih salah memilih jawaban (opsi A).

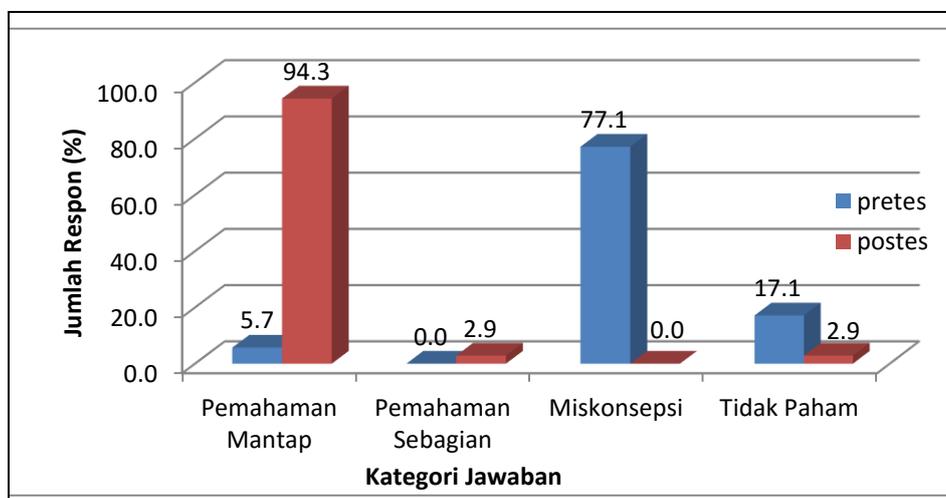
Tabel 2. Crosstabulation Pilihan Jawaban Mahasiswa pada Pretes dan Postes pada hukum III Newton

		Postes					Total Pretes
		A	B	C	D	E	
///Pretes	A	0	0	0	0	3	3
	B	1	0	0	0	19	20
	C	0	0	0	0	9	9
	D	0	0	0	0	1	1
	E	0	0	0	0	2	2
Total Postes		1	0	0	0	34	

Berdasarkan Tabel 2, hanya terdapat 2 mahasiswa (5,7%) yang memilih jawaban benar E pada pretes dan postes. 3 mahasiswa (8,6%) pada pretes memilih jawaban A, sedangkan pada postes berubah memilih jawaban benar E. 20 mahasiswa (57,1%) pada pretes memilih jawaban B, pada postes berubah, salah satunya berubah memilih jawaban A, dan sisanya (19 mahasiswa, 54,3%) berubah memilih jawaban benar E. 9 mahasiswa (25,7%) memilih jawaban C pada pretes berubah memilih jawaban benar E. 1 mahasiswa (2,9%) semula memilih jawaban D pada pretes berubah pada postes memilih jawaban benar E.

Perubahan Konseptual dan Kebermanfaatan Program

Perubahan konseptual dapat dilihat dari alasan jawaban mahasiswa dari pretes dan postes terhadap konsep hukum III Newton yang diperkuat melalui program resitasi untuk memecahkan permasalahan baru. Jumlah respon mahasiswa ketika pretes hingga postes mengalami perubahan tiap kategori jawaban. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Persentase Jumlah Respon Mahasiswa Tiap Kategori Jawaban pada Pretes dan Postes

Ketika pretes hanya diperoleh 2 mahasiswa (5.7%) yang menjawab benar sesuai dengan pengetahuan ilmiah (pemahaman mantap), meningkat menjadi 33 mahasiswa (94.3%) pada postes. Mereka mampu menggambarkan gaya-gaya yang bekerja pada balok A dan B dengan benar, dan membuat diagram gaya yang bekerja pada balok B dengan benar bahwa gaya-gaya yang bekerja pada B adalah gaya normal dan gaya berat yang arahnya berlawanan pada arah vertikal dan gaya F_{AB} ke kanan pada arah horizontal. Ketika pretes tidak ditemukan mahasiswa yang memiliki pemahaman sebagian, namun ketika postes terdapat 1 mahasiswa (2.9%) karena mahasiswa ini ketika pretes mengalami miskonsepsi kemudian memiliki pemahaman sebagian. Pada pretes, sebagian besar mahasiswa (27 mahasiswa, 77.1%) mengalami miskonsepsi karena menganggap bahwa gaya F dan F_{BA} juga bekerja pada balok B karena B juga didorong oleh F , dan gaya F_{AB} dan F_{BA} merupakan pasangan aksi reaksi sehingga gaya F_{BA} juga tetap ada pada diagram gaya yang bekerja pada balok B, ketika postes berkurang menjadi hanya 1 mahasiswa (2.9%) yang mengalami miskonsepsi. Pada pretes juga diperoleh sebanyak 6 mahasiswa (17.1%) yang dikategorikan tidak paham karena dua mahasiswa diantaranya beranggapan hanya menuliskan simbol-simbol dan keterangan yang tidak jelas dan tidak berguna, dan selebihnya tidak menuliskan alasan apapun.

Meningkatnya jumlah mahasiswa yang telah memiliki pemahaman bahwa gaya dorong F dan gaya F_{BA} hanya bekerja pada balok A pada konsep hukum III Newton disebabkan karena frekuensi soal yang disajikan pada program resitasi mengenai hukum III Newton, khususnya gaya-gaya interaksi antar benda cukup banyak dengan konteks yang berbeda-beda, yaitu sebanyak 9 soal (secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran). Salah satu soal (soal nomor 4) pada konten program konteksnya juga sangat mirip dengan soal yang diujikan pada postes utama. Jika pada program permukaan meja kasar, sedangkan pada soal postes permukaan meja licin. Selain itu, pada program yang ditanyakan adalah gaya-gaya yang bekerja pada balok A, sedangkan pada soal postes yang ditanyakan adalah gaya-gaya yang bekerja pada balok B. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.

Program Resitasi bagian 3

Question 4 of 32

balok A (bermassa 2m) dan B (bermassa m) diletakkan di atas meja yang permukaannya kasar seperti gambar. Balok A didorong ke kanan dengan gaya konstan F sehingga kedua balok bergerak lurus berubah beraturan ke kanan. Selama gerakan tersebut kedua balok selalu bersentuhan. Diantara diagram-diagram gaya berikut, manakah yang paling tepat menggambarkan gaya-gaya yang bekerja pada balok A?

Catatan: $F_{A \rightarrow B}$ = gaya dorong balok A ke B; $F_{B \rightarrow A}$ = gaya dorong balok B ke A; w_A = gaya berat balok A oleh Bumi; f_A gaya gesek oleh permukaan meja pada balok A; N = gaya normal balok A oleh meja)

Balok A (bermassa 2 m) dan B (bermassa m) diletakkan di atas meja licin seperti gambar. Balok A didorong ke kanan dengan gaya konstan P sehingga bergerak ke kanan. Selama gerakan tersebut, kedua balok selalu bersentuhan. Diantara diagram-diagram gaya berikut, manakah yang paling tepat menggambarkan gaya-gaya yang bekerja pada balok B? Catatan: $F_{A \rightarrow B}$ = gaya dorong balok A ke B; $F_{B \rightarrow A}$ = gaya dorong balok B ke A.

Gambar 5. Soal pada Program (Atas) dan Soal pada Postes (Bawah) Paling Meningkatkan

Terjadi peningkatan yang sangat besar pada topik ini, yaitu dari 5.7% mahasiswa (pretes) menjadi 97.1% mahasiswa (postes). Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa telah memahami konsep aksi-reaksi pada hukum III Newton, sehingga mampu mengidentifikasi gaya-gaya yang bekerja pada balok B sebagai interaksi dengan benda lain. Mahasiswa juga telah mampu mengubah pemahaman verbal menjadi diagram gaya. Artinya, kemampuan representasi mahasiswa pada topik ini semakin baik karena soal-soal konseptual dalam program disajikan dengan multikonteks dan multirepresentasi, sehingga pemahaman konsep mahasiswa juga semakin baik dan dapat meningkatkan penguasaan konsepnya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Savineinan, *et al.* (2013) bahwa mahasiswa yang mampu merepresentasikan gaya-gaya interaksi menggunakan diagram benda bebas cenderung memiliki pemahaman yang baik mengenai konsep gaya. Nieminen, *et al.* (2012) juga melaporkan dari hasil penelitiannya bahwa hasil belajar siswa yang mempunyai nilai tinggi bergantung pada tingkat konsistensinya dalam menggunakan representasi untuk menyelesaikan permasalahan tentang konsep gaya.

Hanya ada satu mahasiswa yang masih kesulitan dalam mengidentifikasi gaya-gaya yang bekerja pada balok B. Mahasiswa tersebut masih menganggap bahwa gaya dorong oleh tangan dan gaya F_{BA} juga bekerja pada balok B. Hal ini karena mahasiswa tersebut berpikir bahwa balok B juga ikut terdorong sehingga gaya dorong oleh tangan juga bekerja pada balok B dan gaya F_{BA} merupakan pasangan aksi-reaksi dengan gaya F_{AB} sehingga gaya F_{BA} juga terdapat dalam diagram gaya yang bekerja pada balok B. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa tersebut masih kurang memahami konsep gaya aksi-reaksi. Padahal sebelum diberikan program resitasi ini, mahasiswa telah mempelajari konsep gaya aksi-reaksi di kelas. Gaya aksi dan reaksi bekerja pada dua benda yang berbeda dan jenis gayanya harus sama (Serway & Jewett, 2014:119).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa dalam pembelajaran hukum III Newton, pemberian program berupa soal-soal konseptual beserta balikan secara langsung sangat penting. Soal-soal tersebut dapat disajikan pada tahap resitasi sebagai kuliah pendalaman materi agar dapat membantu memperkuat pemahaman konsep mahasiswa secara mandiri, di luar jam tatap muka, sehingga dapat meningkatkan penguasaan konsep dan perubahan konsep mahasiswa pada hukum III Newton.

Penguasaan konsep mahasiswa pada hukum III Newton setelah menggunakan program resitasi meningkat dari pretes ke postes. Hanya 1 mahasiswa yang masih salah memilih jawaban benar ketika postes. Perubahan konsep mahasiswa semakin baik dengan meningkatnya jumlah mahasiswa yang memiliki pemahaman mantap dan pemahaman sebagian, serta berkurangnya jumlah mahasiswa yang mengalami miskonsepsi dan yang tidak paham secara signifikan.

Soal-soal konseptual dalam program resitasi sangat membantu meningkatkan penguasaan konsep dan perubahan konsep mahasiswa pada topik hukum III Newton, khususnya gaya-gaya interaksi antar benda karena frekuensi soal yang disajikan dalam program cukup banyak dengan multikonteks dan multirepresentasi, serta salah satu soal dalam program cukup mirip dengan soal postes. Namun demikian, soal-soal konseptual yang disajikan dalam program juga banyak yang kurang membantu perubahan konsep mahasiswa menjadi lebih baik. Hal ini dikarenakan frekuensi soal yang disajikan sangat minim dan permasalahan yang disajikan dalam program berbeda jauh dengan soal pada postes.

Saran

Berdasarkan hasil temuan yang telah dibahas, perlu kiranya pembuatan soal-soal konseptual yang lebih banyak dengan multikonteks dan multirepresentasi pada konsep yang dibahas dalam program untuk memperkaya dan memperdalam pemahaman konsep mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran di kelas. Soal-soal yang disajikan dalam program hendaknya tidak terlalu mirip dengan soal yang diujikan untuk potes agar dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam memecahkan soal pada konteks yang berbeda sehingga dapat meningkatkan penguasaan konsep dan perubahan konsep mahasiswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Arends, R. I. 2012. *Learning to Teach. Ninth Edition*. New York: Mcgraw-Hill Companies.
- Atasoy, B. 2009. The Effect of a Conceptual Change Approach on Understanding of Students' Chemical Equilibrium Concept. *Journal Research and Science & Technological Education*. 27: 267—282.
- Aufschnaiter, C. & Rogge C. 2010. Misconceptions or Missing Conceptions? *Eurasian Journal of Mathematics, Science, & Technology Education*, 6 (1): 3—18.
- Cohen, L., Manion L., & Morrison K. 2007. *Research Methods in Education 6th Edition*. USA: Routledge.
- Demirci, N. 2003. Dealing with Misconceptions about Force and Motion Concepts in Physics: A Study of Using Web-based Physics Program. *Hacettepe Universitesi Egitim Fakultesi Dergisi*, 40—47.
- Docktor, J. L. & Mestre, J. P. 2014. Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topic Physics Education Research*, 10, 020119, 1—58.
- El Hassouny, E. H., Kaddari, F., Elachqar, A., Alami, A. 2014. Teaching/Learning Mechanics in High School with the Help of Dynamic Software. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 4617—4621.
- Etkina, E. 2010. Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. *Physical Review Special Topics Physics Education Research*. PhysRevSTPER.6.020110, 1—26.
- Frank, W. 2012. Interactional Processes for Stabilizing Conceptual Coherences in Physics. *Physical Review Special Topic Physics Education Research*, 8, 020101.
- Guo, W., & Shekoyan, V. 2014. Facilitation of student-centered formative assessment using reflective quiz self-corrections in a calculus physics course. *121st ASEE Annual Conference & Exposition*. 8450, 1—15.
- Hake, R. R. 1998. Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal Physics*. 66, (1), 64—74.
- Hedge, B., & Meera, B. N. 2012. How do they solve it? An insight into the learners's approach to the mechanism of physics problem solving. *Physical Review Special Topics Physics Education Research*. PhysRevSTPER.8.010109, 1—9.
- Henderson, C. & Harper, K., A. 2009. Quiz Corrections: Improving Learning by Encouraging Students to Reflect on Their Mistakes. *The Physics Teacher*. Vol 47, 581—586.
- Heron, R. L. 2015. Effect of Lecture Instruction on Student Performance on Qualitative Questions. *Physical Review Special Topic Physics Education Research*, 11, 010102, 1—14.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. 1992. Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*. 30, 141—151.
- Hestenes, D & Wells, M. 1997. Mechanics Baseline Test. *The Physics Teacher*. 30, 159—166.
- Heuvelen, A. V. 1991. Learning to think like a physicist: A review of research-based strategies, *American Journal Physics*. 59, 891
- Keeley, P. & Harrington, R. 2010. *Uncovering Student Ideas in Physical Science-45 New Force and Motion Assessment Probes*. Vol. 1. NSTA Press.
- Kim, E. & Pak, S., J. 2002. Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems. *American Journal Physics*. 70 (7): 759—765.
- Knight, R. D. 2008. *Physics for Scientists and Engineers: A Strategic Approach*. 2nd Edition. San Fransisco: Pearson Addison Wesley.
- Koenig, K. M., Endorf, R. J., & Braun, G. A. 2007. Effectiveness of Different Tutorial Recitation Teaching Methods and Its Implications for TA Training. *Physical Review Special Topics Physics Education Research*. PhysRevSTPER.3.010104, 1—9.
- Kohl, P. B. & Finkelstein, N. D. 2007. Strongly and weakly directed approaches to teaching multiple representation use in physics. *Physical Review Special Topics Physics Education Research*. PhysRevSTPER.3.010108, 1—13.
- Leech, N. L., Barrett, K. C., & Morgan, G. A. 2005. *SPSS for Intermediate Statistics: Use and Interpretation, 2nd Edition*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

- Morera, L. S., Azofra, A. A., & Hernandez, L. G. 2012. Analysis of online quizzes as a teaching and assessment tool. *Journal of Technology and Science Education*. Vol. 2 (1): 39—45.
- Morgan, G. A., Leech, N. L., Gloeckner, G. W., & Barrett, K. C. 2004. *SPSS for Introductory Statistics Use and Interpretation, 2nd Edition*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Narjaikaew, P. 2013. Alternative Conceptions of Primary School Teachers of Science about Force and Motion. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 250—257.
- Nieminen, P., Savinainen, A., & Viiri, J. 2012. Relations between Representational Consistency, Conceptual Understanding of The Force Concept, and Scientific Reasoning, *Physical Review Special Topics Physics Education Research*. PhysRevSTPER.8.010123, 1—10.
- Ogilvie, C. A. 2009. Changes in students' problem-solving strategies in a course that includes context-rich, multifaceted problems. *Physical Review Special Topics Physics Education Research*. PhysRevSTPER.5.020102, 1—14.
- Oliveira, P. C. & Oliveira, C. G. 2013. Using Conceptual Questions to Promote Motivation and Learning in Physics Lectures. *European Journal of Engineering Education*, 38: 4, 417—424.
- Planinic, M., Ivanjek, L., & Susac, A. 2010. Rasch Model Based Analysis of The Force Concept Inventory. *Physical Review Special Topics Physics Education Research*. PhysRevSTPER.6.010103, 1—11.
- Prasetyo, Z. K., Rosana, D. dan Wilujeng, I. 2012. Penggunaan Metode Resitasi Open-Ended Question, Direct, and Indirect Observation terhadap Peningkatan Kualitas pembelajaran Fisika dari Aspek Aktivitas Siswa di SMA, 1—13.
- Rosenblatt, R. & Heckler, A. F. 2011. Systematic Study of Student Understanding of The Relationships between The directions of Force, Velocity, and Acceleration in One Dimension. *Physical Review Special Topics Physics Education Research*. PhysRevSTPER.7.020112, 1—20.
- Savinainen, A., Makynen, A., Nieminen, P., & Virri, J. 2012. An Intervention Using an Interaction Diagram for Teaching Newton's Third Law in Upper Secondary School. *Physics alive: proceedings GIREP_EPEC Conference 2011 August 1—5, 2011, Finland*, 123—128.
- Savinainen, A., Makynen, A., Nieminen, P., & Virri, J. 2013. Does using a visual representation tool foster student's ability to identify forces and construct free-body diagrams. *Physical Review Special Topics Physics Education Research*. PhysRevSTPER.9.010104, 1—11.
- Sayre, E. C., Franklin, S. V., Dymek, S., Clark, J. & Sun, Y. 2012. Learning, retention, and forgetting of Newton's third law throughout university physics. *Physical Review Special Topics Physics Education Research*. PhysRevSTPER. 8. 010116, 1—12.
- Serway, R. A. & Jewett, J. W. 2004. *Physics for Scientists and Engineers*. 6th Edition. Thomson Brooks/Cole.
- Sornkhatha, P. & Srisawasdi, N. 2013. Supporting Conceptual Development in Newton's Laws of Motion using an Interactive Computer-Simulated Laboratory Environment. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2010—2014.
- Suparno, P. 2013. *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep dalam Pendidikan Fisika*. Jakarta: PT. Grasindo.
- Sutopo & Waldrip, B. 2014. Impact of a representational approach on students' reasoning and conceptual understanding in learning mechanics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 161—173.
- Yerushalmi, E., Cohen, E., Mason, A., & Singh, C. 2012. What do students do when asked to diagnose their mistakes? Does it help them? I. An typical quiz context. *Physical Review Special Topics Physics Education Research*. PhysRevSTPER. 8. 020109, 1—19.
- Yusmaridi, Ratnawulan, dan Fauzi A. 2012. Penerapan Metode resitasi Berwawasan Lingkungan dalam Pembelajaran Kooperatif untuk Meningkatkan Kompetensi Belajar Fisika Siswa SMP Negeri 2 Padang, *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 2012 (1):1—10.