

ANALISIS MISKONSEPSI “GERAK DAN GAYA” MENGGUNAKAN INSTRUMEN FORCE CONCEPT INVENTORY (FCI) PADA MAHASISWA CALON GURU FISIKA

Nuril Munfaridah¹, Sutopo², Sulur³, Asim⁴

Universitas Negeri Malang^{1,2,3,4}

nuril.munfaridah.fmipa@um.ac.id¹

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah memetakan penguasaan konsep dan mengetahui miskonsepsi mahasiswa calon guru fisika terkait materi gerak dan gaya menggunakan instrumen Force Concept Inventory (FCI). Pengambilan data dilakukan dengan memberikan tes kepada mahasiswa calon guru fisika tahun pertama di Jurusan Fisika UM sebanyak 95 mahasiswa. Hasil analisis jawaban dari instrumen yang diberikan menunjukkan kecenderungan bahwa sebagian besar mahasiswa masih mempercayai pemikiran logis yang berdasar pada kuantitas fisik dan belum menggunakan konsep fisika untuk menjawab. Beberapa konsep fisika terkait dengan gerak dan gaya yang cukup dikuasai oleh mahasiswa antara lain gerak melingkar, gerak parabola, hukum II Newton, dan hukum III Newton, sedangkan konsep yang masih perlu diberikan penguatan lebih diantaranya gerak vertikal baik ke atas maupun ke bawah dan keberadaan gaya kontak dan interaksi gaya benda satu dengan benda yang lain. Setelah diperoleh pemetaan penguasaan konsep dan miskonsepsi mahasiswa calon guru fisika, perlu dikembangkan strategi pembelajaran yang dapat menyelesaikan permasalahan miskonsepsi mahasiswa berdasarkan karakteristik masing-masing materi fisika.

Kata Kunci: Penguasaan konsep, miskonsepsi, FCI, gerak, gaya

PENDAHULUAN

Pengembangan kompetensi siswa berkaitan erat dengan kompetensi yang dimiliki oleh guru. Cara penyampaian materi dan isi materi menjadi dua komponen yang perlu diperhatikan. Cara penyampaian materi dapat memperhatikan penggunaan model pembelajaran yang variatif agar memberikan pengalaman yang bermakna pada siswa, seperti yang telah disebutkan dalam Permendiknas No.49 Tahun 2013. Beberapa model yang dapat digunakan oleh guru antara lain *discovery learning*, *problem based learning*, dan *project based learning*. Selain cara penyampaian materi, komponen yang perlu diperhatikan yaitu isi materi isi dalam pembelajaran. Materi isi menjadi sangat penting karena melalui komponen ini siswa akan memahami dan mengaplikasikan konsep setelah proses pembelajaran. Penguasaan konsep yang

baik, dapat membantu siswa dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi (Hidayat, dkk., 2012) yang pada nantinya terkait dengan aktivitas kehidupan di masyarakat dalam menjalani kehidupan dan bekerja (Taufik, dkk., 2010).

Konsep yang diterima siswa berhubungan dengan konsep yang dimiliki guru. Jika guru awalnya sudah mengalami kesalahan konsep maka juga akan berdampak pada siswa. Kesalahan konsep ini dikenal sebagai miskonsepsi. Miskonsepsi merupakan masalah yang sering dialami dalam pembelajaran dan dapat diatasi dengan penekanan pada prosedur spesifik konsep yang dipelajari. (Risch, 2014). Munculnya miskonsepsi ini disebabkan oleh kurangnya pemahaman mahasiswa calon guru pada materi (Aufschnaiter dan Rogge, 2010). Selain itu, miskonsepsi juga dimungkinkan muncul karena bawaan

dari proses pembelajaran sebelumnya sehingga menjadi ide original ataupun sebuah ide pra konsep yang sudah dimiliki mahasiswa/ide alternatif (Barke, 2009).

Miskonsepsi akan berdampak pada siswa jika terjadi pada calon guru fisika. Pengetahuan calon guru fisika terhadap konsep fisika berpengaruh pada kemampuan memahami dan mengkonstruksi pengetahuan baru siswa yang nantinya mengalami pembelajaran dengan mahasiswa calon guru fisika tersebut (Koponen, 2012; Turkoglu, dkk, 2009). Deteksi awal terhadap miskonsepsi perlu dilakukan untuk memperbaiki penguasaan konsep yang nantinya akan berdampak pada kemampuan calon guru dalam melakukan pembelajaran di kelas. Deteksi awal ini dilakukan karena mahasiswa seringkali mengalami miskonsepsi dengan pengetahuan awal yang mereka miliki serta kurang memahami materi yang disampaikan (Aufschnaiter dan Rogge, 2010). Dengan demikian, identifikasi miskonsepsi untuk memperbaiki konsep dan pembelajaran yang selama ini dilakukan di universitas perlu untuk dilaksanakan. Jika calon guru fisika minim miskonsepsi, maka akan membawa dampak positif pada siswanya nanti.

Miskonsepsi merupakan penafsiran konsep-konsep dalam suatu pernyataan yang tidak relevan. Miskonsepsi dapat muncul dari kesalahan memahami konsep dan pemerolehan informasi yang sejak awal telah salah. Keduanya dimungkinkan untuk diidentifikasi di awal pembelajaran. Identifikasi di awal dilakukan agar miskonsepsi dapat dideteksi lebih dini terutama miskonsepsi yang terkait dengan pengetahuan awal yang dimiliki mahasiswa. Pengetahuan awal yang dimiliki mahasiswa menjadi modal mahasiswa untuk membangun pemahaman terhadap konsep-konsep selanjutnya (Taber, 2006). Miskonsepsi

juga dapat didefinisikan sebagai pemahaman awal, pemahaman non-ilmiah, atau kesalahan konsep, pemahaman naif, serta pencampuran konsep yang tidak sesuai dengan kebenaran sains (Alwan, 2010). Pada dasarnya, miskonsepsi merupakan kasus pada seseorang yang mengetahui dan percaya pada sesuatu yang tidak benar secara sains. Pada beberapa kasus, banyak orang yang tidak peduli terhadap idenya yang sebenarnya salah itu. Jika mahasiswa kasus seperti ini terjadi pada mahasiswa calon guru, maka akan berdampak pada konsep-konsep berikutnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan deteksi awal miskonsepsi mahasiswa.

Miskonsepsi sulit diubah dalam suatu pembelajaran (Tasar, 2001). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada kecenderungan konsep yang salah tersebut dapat kembali lagi setelah dilakukan proses pembelajaran. Hasil penelitian yang lain juga menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan terhadap kerangka berpikir siswa dengan kerangka berpikir Newtonian. Hasil temuan penelitian ini juga dimungkinkan untuk terjadi di tingkat mahasiswa.

Miskonsepsi dapat diidentifikasi menggunakan beberapa cara. Cara tersebut diantaranya yaitu identifikasi miskonsepsi menggunakan instrumen tes diagnostik dalam bentuk pilihan ganda yang didalamnya terdapat konsep-konsep alternatif yang mungkin dipikirkan oleh mahasiswa (Treagust, 1986), salah satunya yaitu instrumen FCI. Kedua, identifikasi miskonsepsi dapat dilakukan menggunakan kuisioner. Kuesioner uraian terbuka merupakan kuesioner yang menuntut siswa mengorganisasikan gagasan-gagasan atau hal yang telah dipelajarinya dengan cara mengemukakan atau mengekspresikan gagasannya dalam bentuk tulisan. Kuisioner ini memiliki kekurangan yaitu dibutuhkan waktu yang relative lama untuk menganalisisnya (Osborne dan

Gilbert, 1980). Cara ketiga untuk mengidentifikasi miskonsepsi yaitu wawancara. Wawancara berguna untuk mengungkap penalaran siswa tentang sesuatu. Jika dilihat dari penggunaan waktu, maka metode wawancara ini juga memerlukan waktu yang relatif lama sama halnya dengan kuisioner. Kondisi ini menyebabkan munculnya adanya metode kombinasi yaitu perpaduan kuisioner dan wawancara untuk mendeteksi miskonsepsi (Ibrahim, 2001).

Identifikasi miskonsepsi pada konsep Gerak dan Gaya salah satunya dapat dilakukan menggunakan instrumen *Force Concept Inventory* (FCI). FCI dirasa efektif karena berdasarkan hasil penelitian ditemukan bahwa seringkali terjadi miskonsepsi pada konsep gaya meskipun konsep gaya merupakan konsep dasar yang dipelajari mahasiswa (Bayraktar, 2008). Selain itu bentuk instrumen FCI yang berupa pilihan ganda menjadikannya dapat digunakan untuk mendeteksi miskonsepsi mahasiswa calon guru (Treagust, 1986). FCI juga digunakan untuk mengevaluasi pembelajaran yang dilakukan di kelas (Scott dan Savinainen, 2002; Caballero et al., 2012; Rawson dan Stahovich, 2013), akan tetapi perlu dilakukan penginterpretasian skor FCI mahasiswa untuk membuat keputusan pada masing-masing mahasiswa tersebut (Heller & Huffman, 1995).

Force Concept Inventory (FCI) merupakan instrumen tes yang dapat digunakan untuk mengetahui pemahaman seseorang terhadap materi dasar Newtonian. Instrumen tes ini mencakup materi kinematika, hukum I, II, dan III Newton, prinsip superposisi, serta jenis gaya (Hestenes et.al, 1992). Instrumen FCI terdiri dari 30 item pilihan ganda yang masing-masing item tersedia 5 pilihan jawaban. FCI dapat digunakan untuk beberapa tujuan. Tujuan utama penggunaan FCI yaitu untuk mengevaluasi efektifitas dari sebuah pembelajaran (Hestenes dan Halloun,

1995). Selain itu, FCI juga dapat digunakan untuk mengetahui miskonsepsi dan bagaimana perannya untuk menunjukkan kemampuan pemecahan masalah.

Beberapa penelitian telah dilakukan berkaitan dengan penggunaan FCI dalam pembelajaran. Caballero et.al (2012) menggunakan instrumen FCI untuk meninjau kembali kurikulum yang digunakan dalam pembelajaran fisika. Hasil penelitiannya menunjukkan ada perbedaan yang signifikan antara siswa yang belajar dengan metode tradisional dan siswa yang belajar dengan kurikulum baru. Penelitian lain terkait dengan penggunaan FCI dalam pembelajaran yaitu penelitian yang dilakukan oleh Rawson dan Stahovich (2013). Rawson and Stahovich ingin memprediksi hasil skor akhir setelah dilakukan metode pembelajaran tertentu. Instrumen yang digunakan yaitu FCI.

Penggunaan instrumen FCI dalam pembelajaran, tidak lepas dari kualitas dari instrumen FCI. Instrumen FCI telah diuji validitasnya melalui beberapa penelitian (Thornton, et al. 2009; Coletta, et.al., 2007). Selain validitas, juga telah dilakukan penelitian berkaitan dengan reliabilitas dari instrumen FCI. Reliabilitas FCI diketahui menggunakan KR-20. berdasarkan uji KR-20 tersebut diketahui koefisien reliabilitas dan kekonsistensian dari FCI. Reabilitas tes awal diperoleh sebesar 0,9 dan reabilitas tes akhir sebesar 0,81, serta reabilitas secara keseluruhan sebesar 0,865 (Lasray et al., 2011). Hasil uji reabilitas tersebut menunjukkan bahwa instrumen FCI memiliki kekonsistenan jika digunakan untuk tes. Dengan demikian instrument FCI dapat digunakan untuk menganalisis miskonsepsi materi gerak dan gaya dalam pembelajaran fisika.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian ini dilakukan untuk mengumpulkan data

berdasarkan faktor-faktor yang menjadi pendukung terhadap objek penelitian, kemudian menganalisis faktor-faktor untuk dicari peranannya. Penelitian ini melibatkan 95 mahasiswa calon guru tahun pertama. Analisis data dilakukan secara kualitatif. Data hasil tes FCI mahasiswa calon guru dikelompokkan menjadi konsep yang telah dipahami dan konsep yang masih salah sehingga dapat ditemukan miskonsepsi pada materi gerak dan gaya. Analisis juga dilakukan dengan identifikasi fakta yang terjadi selama proses pembelajaran mahasiswa calon guru Fisika melalui wawancara langsung terhadap mahasiswa calon guru fisika.

Mahasiswa calon guru diberikan soal berupa instrumen FCI yang terdiri dari 30 soal pilihan ganda disertai 5 opsi jawaban, dan dikerjakan selama 60 menit. Hasil dari tes tersebut dikelompokkan menjadi konsep yang telah dipahami dan konsep yang masih salah sehingga dapat ditemukan miskonsepsi pada materi gerak dan gaya. Tahapan berikutnya pada prosedur penelitian, dilakukan dengan tujuan mengevaluasi proses pembelajaran yang dialami oleh mahasiswa dalam mata kuliah tersebut.

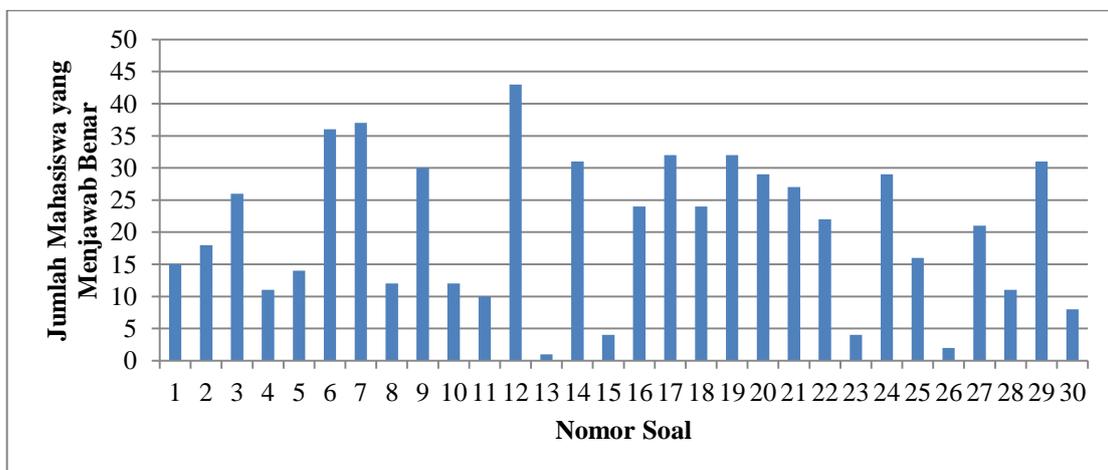
Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu instrumen soal FCI dalam bahasa Indonesia. Instrumen ini terdiri dari 30 soal pilihan ganda dengan masing-masing soal disediakan 5 opsi jawaban. Instrumen lain yang digunakan

yaitu panduan wawancara berkaitan dengan kesulitan mahasiswa terhadap materi gerak dan gaya. Wawancara dilakukan untuk mengetahui lebih jauh berkaitan dengan kesulitan yang dialami mahasiswa serta mencocokkannya dengan hasil temuan berupa pengelompokan konsep-konsep yang sekiranya masih mengalami masalah dan konsep yang telah dikuasai. Selain lembar panduan wawancara, akan disiapkan instrumen lain agar data yang diperoleh semakin kuat yaitu kuisisioner yang didalamnya tertera beberapa pertanyaan berkaitan dengan kesulitan konsep gerak dan gaya. Kuisisioner ini diberikan pada masing-masing mahasiswa yang telah mengerjakan soal-soal FCI.

Mahasiswa calon guru diminta untuk mengerjakan soal FCI kemudian hasil tes tersebut dikelompokkan menjadi konsep yang telah dipahami dan konsep yang masih salah. Setelah itu dilakukan analisis lebih jauh lagi temuan hasil tes untuk dicari penyebabnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengambilan data berupa tes, jawaban mahasiswa dianalisis dengan melihat jawaban benar pada masing-masing soal. Sebaran jawaban benar untuk soal tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sebaran jawaban benar untuk 30 soal FCI.

Berdasarkan jawaban yang sudah diberikan, soal-soal tersebut dikelompokkan menjadi 3 bagian masing-masing yaitu jawaban benar lebih dari 30%, 20% dan jawaban benar kurang dari 10% untuk setiap butir soal. Hasil pengelompokan ini dapat dilihat pada Tabel 1. Pengelompokan tersebut digunakan sebagai acuan untuk mendeskripsikan pola penguasaan konsep mahasiswa calon guru pada materi gerak dan gaya. Adapun hasil pola penguasaan konsep serta konsep-konsep yang masih kurang dipahami oleh mahasiswa diuraikan pada bagian berikutnya.

Tabel 1. Hasil Pengelompokkan Jawaban Benar Soal FCI

No	Persentase Jawaban Benar	No Soal
	1.	
2.	20% – 30%	3, 18, 21, 22, 27
3.	10% – 19%	1, 2, 4, 5, 8, 10, 11, 25, 28
4.	< 10%	13, 17, 23, 26, 30

Pola Penguasaan Konsep Mahasiswa Calon Guru Fisika dari Tes FCI

Berdasarkan Tabel 1, penguasaan konsep mahasiswa calon guru fisika pada semester pertama berada pada materi yang tersaji pada nomor soal 6, 7, 9,12, 16, 19, 20, 24, dan 29. Jika dikelompokkan masing-masing pada nomor soal tersebut maka diperoleh pola penguasaan konsep mahasiswa calon guru fisika pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan uraian konsep-konsep fisika yang sudah dikuasai oleh 30% dari sampel. Meskipun demikian, jika dilihat kembali jawaban yang diberikan oleh masing-masing mahasiswa untuk 9 soal tersebut masih saja ditemukan ketidaksesuaian jawaban yang cukup banyak. Kondisi ini menunjukkan masih banyak mahasiswa yang mengalami kesalahpahaman dalam menjelaskan peristiwa fisika terkait gerak dan gaya yang terjadi di sekitar mereka. Kesalahpahaman dalam menjelaskan peristiwa fisika tersebut akan dijelaskan pada bagian selanjutnya.

Tabel 2. Pola Penguasaan konsep Mahasiswa Calon Guru Fisika

Nomor Soal	Uraian
6	<ul style="list-style-type: none"> Mahasiswa sudah mampu menentukan lintasan dari benda yang bergerak melingkar. Meskipun demikian, jawaban yang paling banyak yaitu berada pada pilihan jawaban A. mahasiswa cenderung memilih lintasan yang merupakan perpanjangan dari lintasan melingkar benda, bukan lintasan lurus yang merupakan garis singgung lingkaran.
7	<ul style="list-style-type: none"> Soal pada nomor ini memiliki persamaan dengan soal nomor 6, yaitu meminta mahasiswa untuk menentukan lintasan benda yang bergerak melingkar melalui sebuah tali, dan kemudian tali yang digunakan putus. Lebih dari 30% dari total mahasiswa yang diberikan tes menjawab dengan benar, akan tetapi sama seperti permasalahan pada nomor 6, mahasiswa masih memilih lintasan yang merupakan perpanjangan lingkaran dari benda. Kondisi ini muncul dimungkinkan adanya pemikiran bahwa jika benda bergerak melingkar dan ada perubahan lintasan, maka benda akan tetap berada pada jalur lintasan benda selama bergerak melingkar. Jika ditinjau lebih lanjut, maka konsep yang perlu ditekankan dalam pembelajaran gerak melingkar yaitu kecepatan linear benda merupakan garis singgung lingkaran.
9	<ul style="list-style-type: none"> Mahasiswa mampu menjelaskan kelajuan benda yang bergerak dengan kelajuan konstan kemudian dipukul dengan arah tegak lurus arah gerak benda. Mahasiswa juga dapat mebjelaskan bahwa kelajuan benda yang dipukul tersebut lebih besar dari kelajuan konstannya, begitu juga lebih besar dari kelajuan mendatar jika saat dipukul dengan arah tegak lurus lintasan, akan tetapi nilai kelajuan ini tidak melebihi penjumlahan aritmatik kedua kelajuan tersebut (kelajuan konstan saat bergerak, dan kelajuan mendatar sesaat setelah dipukul)

Lanjutan Tabel 2.

12	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa dapat mendeskripsikan lintasan gerak dari benda yang bergerak setengah parabola (peluru dari meriam yang ditembakkan dari atas bukit)
16	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa dapat menjelaskan bahwa gaya yang diberikan kedua benda (mobil sedan dan truk) sama, akan tetapi, juga masih banyak mahasiswa yang berpikir bahwa gaya yang diberikan mobil sedan lebih besar dari gaya yang diberikan truk pada sedan. • Persepsi ini dimungkinkan muncul karena sebagian besar mahasiswa berpikir jika arah gerak searah dengan truk menandakan gaya yang diberikan sedan lebih besar dari gaya yang diberikan truk
19	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa sudah dapat mendeskripsikan gerak 2 benda yang memiliki kelajuan sama melalui deskripsi posisi kedua benda dalam kurun waktu tertentu. • Pada soal ini juga ditemukan kesalahan konsep bahwa jika waktu dan posisi yang diperoleh sejajar, mahasiswa menganggap jawaban itu yang benar.
20	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mampu menjelaskan gerak kedua benda yang bergerak dengan kecepatan konstan. • Gerak kedua benda ini tampak dari selisih posisi dalam selang waktu tertentu selalu sama. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kedua benda bergerak dengan kecepatan konstan, sehingga percepatan yang dialami kedua benda adalah nol.
24	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa dapat menjelaskan bahwa gerakan yang ditimbulkan oleh gaya konstan yang dikerjakan pada benda akan memberikan dampak kelajuan konstan jika benda tersebut bergerak di ruang angkasa, di mana tidak ada gaya gravitasi yang mempengaruhinya.
29	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa dapat menjelaskan bahwa gaya yang bekerja pada benda diam di atas lantai adalah gaya akibat interaksinya dengan bumi (gaya gravitasi) dan gaya akibat interaksinya dengan lantai, yaitu gaya normal yang diberikan lantai ke benda tersebut.

Miskonsepsi Mahasiswa Calon Guru Fisika

Kesalahan dalam menjelaskan peristiwa yang terjadi dalam fisika seringkali disebut sebagai miskonsepsi. Pada penelitian ini, miskonsepsi

mahasiswa dideskripsikan dengan melihat jawaban salah terbanyak pada pilihan beberapa soal FCI. Berdasarkan hasil rekapitulasi jawaban mahasiswa, terdapat 12 soal yang dijawab salah oleh lebih dari 50% sampel.

Tabel 3. Rekapitulasi Jawaban salah terbanyak (> 40 mahasiswa)

Nomor Soal	Uraian
1	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa masih memiliki anggapan bahwa berat benda mempengaruhi waktu ketika benda tersebut dijatuhkan. Jawaban yang diberikan mahasiswa menunjukkan bahwa mahasiswa berpikir benda yang memiliki berat lebih besar membutuhkan waktu yang lebih singkat dari benda yang memiliki berat lebih kecil. Kondisi ini menunjukkan mahasiswa masih mengalami miskonsepsi berkaitan dengan berat benda tidak berpengaruh pada gerak jatuhnya benda.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Jawaban terbanyak mahasiswa yaitu pilihan jawaban B. Mahasiswa berpikir jika benda memiliki berat yang berbeda maka benda tersebut akan memiliki jarak jangkauan yang berbedapula ketika jatuh dari ujung sebuah meja meskipun kecepatan mendarat kedua benda sama (benda melakukan gerak setengahparobal)
3	<ul style="list-style-type: none"> • Sebagian besar mahasiswa beranggapan bahwa batu yang dijatuhkan dari ketinggian tertentu mengalami perubahan kecepatan semakin cepat karena adanya gaya tarik bumi yang semakin besar pula ketika semakin dekat dengan tanah.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa memiliki pemikiran bahwa truk memberikan gaya yang lebih besar terhadap sedan. Soal ini menunjukkan bahwa mahasiswa masih memiliki miskonsepsi pada konsep gaya aksi reaksi.
6	<ul style="list-style-type: none"> • Soal ini menunjukkan masih banyak mahasiswa yang berpikir jika benda yang bergerak melingkar akan tetap berada pada lintasan berupa lingkaran meskipun benda tersebut sudah keluar dari jalur lintasannya. Jika dikaji lebih lanjut, seharusnya setelah melewati lintasan yang terputus, gerak benda mengikuti garis singgung lintasannya (arah kecepatan linier).
8	<ul style="list-style-type: none"> • Sebagian besar mahasiswa beranggapan tidak ada pengaruh gerakan benda secara mendarat saat benda dipukul sehingga mahasiswa memiliki jawaban A yaitu benda bergerak mendarat tegak lurus dengan arah gerak benda semula.

Lanjutan Tabel 3.

9	• Soal nomor 9 berkaitan dengan nomor 8. Sebagian besar mahasiswa menjawab bahwa setelah dipukul dengan arah tegak lurus gerakan sebelumnya kecepatan benda tidak bergantung pada kecepatan saat bergerak mendarat.
10	• Sebagian besar mahasiswa menjawab bahwa kecepatan benda setelah dipukul bertambah kemudian berkurang. Jawaban ini dimungkinkan mahasiswa mempercayai intuisi bahwa benda mendapat percepatan setelah dikenai pukulan (tambahan gaya).
11	• Mahasiswa masih memiliki anggapan ketika benda bergerak mendarat, benda memiliki gaya yang arahnya mendarat selain gaya gravitasi dan gaya ke atas yang dikerjakan oleh bidang datar. Dengan demikian mahasiswa masih mengalami miskonsepsi tentang bagaimana menjelaskan gaya yang bekerja pada benda.
13	• Sebagian besar jawaban mahasiswa merujuk pada kesalahan pemahaman berupa berkurangnya gaya ke atas secara beraturan ketika benda dilempar ke atas. Selain itu, setelah benda bergerak ke bawah mahasiswa masih beranggapan bahwa gaya yang dialami semakin besar karena benda semakin dekat ke bumi.
17	• Lebih dari 50% mahasiswa memberikan jawaban bahwa gaya ke atas yang dikerjakan benda kabel baja lebih besar dari gaya gravitasi kebawah. Pemikiran ini dimungkinkan muncul dikarenakan mahasiswa berpikir jika benda bergerak ke atas, maka gaya ke atas nya akan lebih besar dari gaya gravitasi yang arahnya ke bawah.
19	• Sebagian besar mahasiswa masih beranggapan bahwa nilai kelajuan benda bergantung pada letak titik yang sama. Padahal jika dikaji lebih lanjut, pemahaman bahwa rentang dari kedua titik lah yang mempengaruhi nilai kelajuan benda.
30	• Lebih dari 50% mahasiswa memberikan jawaban bahwa gaya yang bekerja pada bola tenis yang dipukul dan jatuh di lapangan lawan antara lain gaya gravitasi, gaya pukul dan gaya yang dikerjakan oleh udara. Mahasiswa dimungkinkan belum memahami bahwa setelah lepas kontak dengan pemukul, maka gaya yang diberikan oleh pemukul sudah tidak lagi bekerja pada benda.

Salah satu acuan yang digunakan untuk merumuskan konten minimal dalam mata kuliah fisika dasar yaitu hasil tes dari mahasiswa calon guru fisika menggunakan FCI. Konten ini bukan satu-satunya materi yang harus dibelajarkan dalam fisika dasar, akan tetapi rumusan konten di bawah ini perlu diberikan penekanan dan kajian lebih dalam di mata kuliah fisika dasar. Kondisi ini dilakukan agar mahasiswa memperoleh konsep yang utuh dan tidak lagi mengalami miskonsepsi. Konsep fisika yang perlu diberikan penekanan dan kajian mendalam berdasarkan analisis jawaban mahasiswa terhadap soal FCI antara lain (1) pengaruh massa pada gerak benda, (2) gaya gravitasi pada benda yang jatuh, (3) konsep gaya aksi reaksi yang bekerja pada benda, (4) kecepatan linear pada gerak melingkar, (5) konsep resultan kecepatan dari benda yang bergerak, dan (6) konsep yang berkaitan dengan gaya pada benda yang bergerak. Temuan kesulitan ini sejalan dengan hasil penelitian (Maries & Singh,

2016) bahwa siswa mengalami kecenderungan kesulitan terkait konsep berikut (a) hukum II Newton, (b) Hukum III Newton, (c) indentifikasi gaya yang bekerja pada benda yang bergerak, (d) indentifikasi lintasan gerak benda, dan (e) momentum dan impuls. Detail penjelasan terkait konsep yang belum dipahami mahasiswa disajikan pada uraian paragraf di bawah ini.

Pada gerak vertikal ke bawah dan gerak parabola, massa benda tidak mempengaruhi waktu yang diperlukan untuk sampai di tanah (Tabel 3, soal no.1-3). Pada peristiwa ini perlu kembali ditekankan tentang konsep gaya konservatif dan hukum kekekalan energi. Sedangkan materi yang terkait dengan gravitasi, gaya gravitasi pada benda yang jatuh dari ketinggian tertentu relatif selalu konstan jika benda dijatuhkan pada ketinggian yang jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan jari-jari bumi. Jika benda mengalami perubahan kecepatan yang semakin besar ketika mendekati permukaan bumi, maka penyebabnya

bukan karena gaya tarik bumi (gaya gravitasi) yang semakin besar. Kondisi ini disebabkan adanya perubahan energy potensial yang semakin kecil sehingga perlu diimbangi dengan semakin membesarnya energy kinetik benda. Konsep ini masih berkaitan dengan poin pertama yaitu perlu diberikan penguatan yang lebih terhadap konsep gaya konservatif.

Penguatan terhadap konsep interaksi gaya yang dapat dikategorikan pasangan aksi reaksi juga perlu dilakukan agar mahasiswa mampu menjelaskan jika konsep tersebut ada dalam kehidupan sehari-hari. Konsep bahwa nilai gaya aksi reaksi selalu sama dan berlawanan arah serta bekerja pada dua benda yang berbeda perlu ditekankan kembali. Selain itu, konsep bahwa kecepatan linear pada benda yang bergerak melingkar adalah garis singgung lingkaran perlu dikuatkan. Konsep ini tampak tidak dikuasai dengan baik ketika mahasiswa masih beranggapan bahwa jika benda bergerak melingkar dan benda tersebut kehilangan gaya sentripetalnya (keluar lintasan) maka benda akan tetap meneruskan gerak melingkarnya (Tabel 3, soal no.6).

Konsep yang juga perlu diberikan penekanan diantaranya resultan kecepatan dari benda yang bergerak (Tabel 3, soal no.8-9). Jika pada awalnya benda bergerak dengan kecepatan tertentu, maka setelah diberikan gaya dengan arah tegak lurus dengan kecepatan awal, maka kecepatan akhir dari benda tersebut harus memperhitungkan kecepatan yang sudah dimiliki oleh benda tersebut. Kecepatan akhir ini merupakan resultan dari kecepatan awal dan kecepatan yang diberikan sesaat pada benda. Konsep bagaimana mengidentifikasi gaya yang bekerja pada benda selama bergerak perlu dilakukan. Jika ada benda yang bergerak karena adanya pukulan/dorongan dari benda lain, maka saat benda yang dipukul/didorong tidak lagi ada kontak dengan pemukul/pendorong, gaya

pukul/dorong tadi tidak lagi bekerja pada benda yang bergerak.

Hasil uraian jawaban yang diberikan masing-masing mahasiswa pada instrumen FCI dapat menunjukkan bahwa masih banyak mahasiswa yang memiliki miskonsepsi dalam konsep gerak dan gaya. Sering kali mahasiswa masih menggunakan intuisi alamiahnya dalam menjawab pertanyaan yang diberikan (Docktor dan Mastre, 2014). Dengan demikian, FCI merupakan salah satu instrument yang dapat digunakan mendeteksi miskonsepsi mahasiswa (Treagust, 1986; Aufschnaiter dan Rogge, 2010). Selain itu, kemampuan mahasiswa yang beragam dan kurangnya waktu untuk membaca materi fisika juga menyebabkan mahasiswa yang sepertinya sudah memahami konsep fisika mengalami miskonsepsi.

PENUTUP

Mahasiswa calon guru fisika memiliki kecenderungan untuk berpikir logis berdasar pada kuantitas fisik dan belum menggunakan konsep fisika untuk menjawab pertanyaan dalam instrument FCI. Sebagian besar mahasiswa calon guru fisika telah memahami tentang konsep gerak melingkar, gerak parabola, hukum II Newton, dan hukum III Newton. Beberapa mahasiswa masih mengalami miskonsepsi pada materi terkait benda yang mengalami gerak vertikal baik ke atas maupun ke bawah. Selain itu, mahasiswa juga masih mengalami miskonsepsi tentang pengaruh gaya yang bekerja pada benda. Perlu dilakukan pengembangan strategi pembelajaran fisika yang mengacu pada karakteristik materi fisika sehingga dapat meminimalisir terjadinya miskonsepsi dan melatih mahasiswa calon guru untuk berpikir berdasar konsep fisika bukan lagi berdasar logika kuantitas fisik benda.

DAFTAR PUSTAKA

Alwan, A.A.2010. Misconception of heat and temperature Among physics

- students. *International Conference on Education and Educational Psychology* (ICEEPSY 2010), 1877-0428 © 2011 Published by Elsevier Ltd. Selection and/or peer-review under responsibility of Dr. Zafer Bekirogullari of Y.B.
- Aufschnaiter, C.V., dan Rogge, C..2010. Misconceptions or Missing Conceptions?. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2010, 6(1), 3-18.
- Barke, et al.2009. Students' Misconceptions and How to Overcome Them. *Misconceptions in Chemistry*, DOI 10.1007/978-3-540-70989-3_2, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Bayraktar, Sule.2008. Misconceptions of Turkish Pre-Service Teachers about Force and Motion. *International Journal of Science and Mathematics Education*, Volume 7, Issue 2, pp 273-291, <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10763-007-9120-9>.
- Caballero, M. D., Greco, E. F., Murray, E. R., Bujak, K. R., Jackson Marr, M., Catrambone, R., Kohlmyer, M. A., dan Schatz, M. F. 2012. Comparing large lecture mechanics curricula using the force concept inventory: A five thousand student study. *American Journal of Physics*, 80(7), 638-644.
- Coletta, V. P., Phillips, J. A., dan Steinert, J. J. 2007. Interpreting Force Concept Inventory Scores: Normalized Gain and SAT Scores. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 3, 010106.
- Docktor, J.L., dan Mastre, J..2014. Synthesis of Discipline-Based Education Research in Physics. *PHYS. REV. ST PHYS. EDUC. RES* 10, 020119, American Physical Society.
- Halim, L., Yong, T.K., & Meerah, T.S.M.. 2014. Overcoming Students' Misconceptions on Forces in Equilibrium: An Action Research Study. *Creative Education*, 2014, 5, 1032-1042, <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2014.511117>.
- Heller, P., dan Huffman, D.1995. Interpreting The Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, Vol 33, Nov 1995.
- Hestenes, D., Wells, M., dan Swackhamer, G.. 1992. *Force Concept Inventory*. The Physics Teacher, 30 (3), 141-151.
- Hestenes, D dan Halloun, I.1995. Interpreting The Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 1995, 33, 502-506.
- Hidayat, S., Festiyed, dan Fauzi, A..2012. Pengaruh Pemberian Assessment Essay terhadap Pencapaian Kompetensi Siswa dalam Pembelajaran Fisika menggunakan Pendekatan Ekspositori dan Inkuiri di Kelas XI IA SMA N 1 Kecamatan Suliki Kabupaten Lima Puluh Kota. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika 1*. ISSN: 2252-3014.p 1-14.
- Ibrahim, H. A. (2001). *Examining the impact of guided constructivist teaching method on student's misconception about concept Newtonian Physics*, Disertasi Doktor, tidak diterbitkan, University of Central Florida.
- Lasray, N., Rosenfield, S., Dedic, H., Dahan, A., dan Reshef, O. 2011. The Puzzling Reliability of The Force Concept Inventory. *American Journal of Physics*, 79(9), 909-912.
- Maries, A., dan Singh, C. 2016. Teaching assistants' performance at identifying common introductory

- student difficulties in mechanics revealed by the Force Concept Inventory. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1), 010131. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010131>
- Osborne, R. J. dan Gilbert, J. K. (1980). A technique for exploring students' views of the world [versi elektronik]. *Physics Education*, 15, 376-379.
- Rawson, K., dan Stahovich, T. 2013. Predicting Course Performance From Homework Habits. *Proceedings of the American Society for Engineering Education Conference and Exposition*. Paper ID 6848.
- Risch, M.R..2014. Investigation About Representations Used in Teaching to Prevent Misconceptions Regarding inverse Proportionality. *International Journal of STEM Education* 2014, 1:4, <http://www.stemeducationjournal.com/content/1/1/4>.
- Scott, P., dan Savinainen, A..2002. Using the Force Concept Inventory to Monitor Student Learning and to Plan Teaching. *Physics Education* 37 (1) IOP Publishing Ltd.
- Tasar, F. M..2001. *A case study of a novice college student alternative framework and learning of force and motion*. Disertasi Doktor, tidak diterbitkan, Pennsylvania State University.
- Taber, K.S. 2008. Exploring Student Learning From a Constructivist Perspective in Diverse Educational Contexts. *Journal Of Turkish Science Education* Volume 5, Issue 1, April 2008.
- Taufik, M., Sukmadinata, N.S., Abdulhak, I., dan Tumbelaka, B.Y..2010. Desain Model Pembelajaran untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dalam Pembelajaran IPA (Fisika) Sekolah Menengah Pertama Di Kota Bandung. *Berkala Indonesia*. ISSN : 1410 – 9662. Vol 13. , No.2, Edisi khusus.p E31-E44.
- Thornton, R. K., Kuhl, D., Cummings, K., dan Marx, J. 2009. Comparing the Force and Motion Conceptual Evaluation and the Force Concept Inventory. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 5, 010105.
- Treagust, D.1986. Evaluating Students' Misconceptions by Means of Diagnostic Multiple Choice Items. *Research in Science Education*, Volume 16, Issue 1, pp 199-207, <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02356835>.