

REMEDIASI MISKONSEPSI KINEMATIKA DENGAN UMPAN BALIK CEPAT MENGGUNAKAN SIMULASI KOMPUTER DAN DEMONSTRASI

Diane Noviandini¹, Widha Sunarno², Cari³

¹Program Studi Pendidikan Sains Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret
Surakarta, 57126, Indonesia
diane_noviandini@yahoo.com

²Program Studi Pendidikan Sains Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret
Surakarta, 57126, Indonesia
widhasunarno@gmail.com

³Program Studi Pendidikan Sains Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret
Surakarta, 57126, Indonesia
carinln@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) mendapatkan gambaran profil miskonsepsi kinematika mahasiswa; 2) merancang langkah-langkah pembelajaran dengan umpan balik cepat menggunakan simulasi komputer dan demonstrasi untuk meremidiasi miskonsepsi kinematika mahasiswa; 3) melihat reduksi miskonsepsi sebagai hasil remidiasi baik melalui simulasi komputer maupun demonstrasi, 4) mengetahui kelebihan dan kelemahan metode umpan balik cepat menggunakan simulasi komputer dan umpan balik cepat menggunakan demonstrasi yang dirancang untuk meremidiasi miskonsepsi kinematika. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif yang bersifat eksploratif dengan pendekatan studi kasus. Populasi adalah mahasiswa FSM UKSW Sampel yang dipilih adalah mahasiswa FSM UKSW peserta matakuliah Fisika Dasar I tahun ajaran 2009/2010 sebanyak dua kelas. Kelas A diberi remidiasi dengan metoda umpan balik cepat menggunakan simulasi komputer dan kelas B diberi metoda umpan balik cepat menggunakan demonstrasi. Teknik pengumpulan data miskonsepsi mahasiswa menggunakan tes diagnostik yang berupa tes pilihan ganda dengan *reasoning* dengan menggunakan CRI (*Certainty of Response Index*), Teknik analisis data yang digunakan adalah deskriptif kualitatif. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan: 1) masih dijumpai miskonsepsi pada mahasiswa di bidang kinematika, antara lain kesalahan dalam membaca grafik-grafik kinematika, jarak dan perpindahan dianggap identik, demikian juga kelajuan, kecepatan dan percepatan dianggap identik, beberapa miskonsepsi pada gerak jatuh bebas dan gerak parabola.; 2) rancangan metode umpan balik cepat yang dibuat berhasil meningkatkan pemahaman mahasiswa akan konsep-konsep kinematika ; 3) metode umpan balik cepat menggunakan simulasi dan demonstrasi tidak menghasilkan perbedaan pengaruh terhadap reduksi miskonsepsi 4) Umpan balik cepat dengan simulasi memiliki kelemahan kurang fleksibel menghadapi kesulitan mahasiswa, hanya terbatas pada simulasi yang tersedia.

Kata kunci : Umpan balik cepat, simulasi komputer, demonstrasi, miskonsepsi, remidiasi,

Pendahuluan

Mahasiswa yang masuk ke dalam kelas untuk mengikuti kuliah, kepalanya sudah terisi dengan pengetahuan/konsepsi tentang materi yang akan dipelajari. Prakonsepsi yang dimiliki tersebut bisa benar sesuai dengan konsep para ahli, tapi bisa juga salah (miskonsepsi). Konsep yang sudah dimiliki tersebut dipakainya untuk memahami dan mengolah informasi baru yang ditemuinya. Apabila ia memiliki miskonsepsi

maka campuran prakonsepsi yang salah dengan konsep baru yang diterimanya dapat diolah menjadi pengertian yang salah, ini akan mengganggu dalam pemahaman konsep selanjutnya.

Pengalaman empiris saat mengajar matakuliah Fisika Dasar I menunjukkan banyak mahasiswa mendapatkan nilai yang rendah, selain itu ditemukan banyak mahasiswa Program Studi Fisika dan Pendidikan Fisika yang masih mengalami miskonsepsi tentang kinematika.

Padahal materi tentang gerak, termasuk Kinematika merupakan konsep dasar yang akan banyak digunakan pada matakuliah selanjutnya. Persoalan ini sesuai dengan tulisan Paul Suparno (2005:43-45), bahwa profesi guru tidak menarik dan tidak memberikan jaminan hidup yang layak, siswa-siswa SMU yang berbakat dalam fisika tidak ingin menjadi guru, dan yang masuk ke Program Studi Pendidikan Fisika FKIP adalah siswa yang mempunyai inteligensi sedang. Akibatnya penguasaan materi mereka kurang memadai, sehingga tidak mustahil ketika menjadi guru kurang menguasai materi yang diajarkan, dan masih mempunyai miskonsepsi. Berikutnya miskonsepsi yang dimiliki tersebut akan diteruskan kepada siswa-siswanya.

Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan mengubah metode pembelajaran pada matakuliah Fisika Dasar I, supaya miskonsepsi yang dimiliki mahasiswa bisa direduksi, dengan demikian diharapkan tidak akan mengganggu proses pembelajaran berikutnya dan dapat meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa, sehingga jika kelak mereka menjadi guru, bisa menjadi guru yang baik.

Upaya untuk mengatasi miskonsepsi diperlukan strategi khusus untuk mengubah konsepnya. Mahasiswa perlu dihadapkan pada suatu fenomena/kejadian yang mengakibatkan konflik kognitif, yang menyadarkan mereka bahwa konsep yang mereka miliki adalah salah. Kemudian dilanjutkan dengan metode belajar konstruktivisme yang mengajar mahasiswa mengkonstruksi kembali konsepnya (Paul Suparno, 2005). Beberapa metode pembelajaran yang telah diteliti dapat membantu perubahan konsep antara lain: penyesuaian urutan silabus dengan cara berfikir mahasiswa, konflik kognitif, demonstrasi (Ed van den Berg, 1991), simulasi komputer, wawancara diagnostik, diskusi kelompok, pertanyaan terus menerus di kelas, dan masih banyak yang lainnya (Paul Suparno, 2005).

Menurut Ed van den Berg (1991) demonstrasi merupakan salah satu cara yang sangat berguna untuk mengatasi miskonsepsi. Dalam demonstrasi dosen dapat memperagakan suatu peristiwa/gejala secara langsung di depan mahasiswa dan dapat mengontraskan pengertian mahasiswa dengan kenyataan. Jika demonstrasi yang ditunjukkan memberikan hasil yang

berbeda dengan konsep awal mereka yang salah, maka mahasiswa akan tertantang untuk mengubah miskonsepsi mereka. Dengan demikian demonstrasi dapat digunakan untuk menghilangkan miskonsepsi intuitif mahasiswa.

Penggunaan simulasi dapat membantu siswa untuk menghilangkan miskonsepsi. Jika animasi/simulasi yang ditunjukkan memperlihatkan hasil yang berlawanan dengan konsep awal siswa, dapat menyebabkan konflik kognitif dalam pikirannya. Jika hal ini diulang berkali-kali konsep awal siswa ditantang untuk disesuaikan dan bisa menghasilkan perubahan konsep (Paul Suparno, 2005:105-107).

Pelajaran yang disampaikan dapat diterima dan dikonstruksi dengan baik dan benar, jika dalam proses belajar mengajar dosen dapat menghubungkan, pengetahuan yang dimiliki mahasiswa dengan pelajaran yang akan disampaikan. Oleh karena itu dosen perlu memahami konsepsi awal dari para mahasiswanya, untuk mengetahui ada yang mengalami miskonsepsi atau tidak, atau saat di SMA konsep pendukung materi yang akan diajarkan belum diperoleh. Informasi-informasi tentang konsep awal mahasiswa tersebut penting untuk menyusun pembelajaran, supaya proses pembelajaran yang disampaikan dapat lebih terarah dan bermakna. Bila ada mahasiswa yang mengalami miskonsepsi, perlu dibantu untuk meluruskan miskonsepsinya lebih dahulu, sebelum melanjutkan materi. Berikutnya yang juga sangat penting adalah perlunya dosen mengetahui pembelajaran yang disampaikan dapat diikuti dan dipahami mahasiswa dengan baik atau ada kendala.

Umpan balik yang biasa digunakan untuk mengetahui pemahaman dan kesulitan mahasiswa yaitu dengan tanya jawab, tapi dengan cara itu hanya bisa diketahui konsepsi beberapa mahasiswa saja. Cara lain yang biasa digunakan adalah dengan pemberian tugas atau dengan tes formatif. Tapi dengan tugas, dosen baru mengetahui pemahaman maupun kesulitan/miskonsepsi saat menggoreksi tugas tersebut, dan itu terjadi setelah pembelajaran tatap muka berakhir. Jika ada mahasiswa yang mengalami miskonsepsi atau kesulitan dalam memahami konsep yang telah diajarkan baru bisa dibantu paling cepat pada pertemuan berikutnya. Sedangkan jika dengan tes formatif, kesulitan

mahasiswa baru bisa diketahui setelah satu pokok bahasan selesai, dan ini berarti sangat terlambat untuk memperbaikinya.

Ed van den Berg, dkk (2000) di Filipina, telah mencoba suatu metode pembelajaran yang mereka sebut *Quick Feedback Methods* atau *Fast Feedback Methods* (Metode Umpan Balik Cepat) di suatu kelas dengan jumlah mahasiswa berkisar antara 40–70. Dalam metode pembelajaran tersebut dosen memberikan pertanyaan-pertanyaan yang harus dijawab mahasiswa. Pertanyaan tersebut bertujuan untuk mendeteksi konsepsi dan kesulitan mahasiswa selama proses belajar mengajar berlangsung. Pertanyaan-pertanyaan tersebut dirancang dapat dijawab dengan cepat, bisa dalam bentuk sketsa/gambar, grafik, jawaban singkat, atau bisa juga soal pilihan ganda, sehingga mudah dikoreksi.

Langkah-langkah pembelajaran dengan metode ini sebagai berikut: (i) dosen mengenalkan topik pembelajaran dan memberikan ketentuan singkat yang mendasar. (ii) dosen memberikan soal pada mahasiswa, bisa secara individual atau berpasangan, (iii) saat mahasiswa mengerjakan soal, dosen berkeliling melihat jawaban mahasiswa, jika memungkinkan bertanya sekitar 20 – 60 detik untuk mengetahui alasan dari jawaban mahasiswa yang tidak terduga, (iv) dosen membahas kesalahan umum yang terjadi dan memberikan penjelasan lewat interaksi atau demonstrasi sebagai *feedback* bagi mahasiswa, (v) dosen kembali memberikan soal kepada mahasiswa. Jika soal sebelumnya masih banyak mahasiswa yang salah maka soal yang diberikan masih setingkat dengan soal sebelumnya. Jika sudah banyak mahasiswa yang bisa mengerjakan dengan benar (>75%), maka soal yang diberikan adalah soal untuk konsep berikutnya, (vii) dst (Ed, 2003) Demikian seterusnya siklus tersebut diulang terus sampai pembelajaran selesai dan standar tercapai.

Dosen tidak menghabiskan banyak waktu untuk memeriksa pekerjaan mahasiswa pada metode umpan balik cepat. Metode ini memungkinkan dosen dapat mengetahui gagasan dan kesulitan mahasiswa secara umum dengan cepat dan dapat secara langsung menindak lanjuti kesulitan tersebut. Metode umpan balik cepat ini dapat digunakan untuk memperbaiki konsep mahasiswa yang salah bagian demi bagian (Ed dan Dick, 2006) Dalam penelitian

mereka (Ed dan Dick) metode tersebut cukup berhasil di kelas yang besar, sehingga untuk kelas yang kecil diharapkan akan lebih baik.

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Miskonsepsi-miskonsepsi kinematika awal apa saja yang dialami oleh mahasiswa Fisika dan Pendidikan Fisika UKSW ?
2. Apakah model remediasi dengan umpan balik cepat menggunakan simulasi komputer dan demonstrasi serta interaksi langsung dapat mereduksi miskonsepsi kinematika mahasiswa?
3. Konsep-konsep apa yang lebih sesuai, diremidiasi dengan umpan balik cepat menggunakan animasi-simulasi komputer atau menggunakan demonstrasi dan interaksi langsung.
4. Apa kelemahan penggunaan metode umpan balik cepat menggunakan simulasi komputer dibandingkan dengan umpan balik cepat menggunakan demonstrasi dan interaksi langsung dalam meremidiasi miskonsepsi kinematika?

Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif, yang bersifat eksploratif dengan pendekatan studi kasus. Penelitian dilakukan di Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW), Salatiga. Populasi penelitian adalah mahasiswa Program Studi Fisika dan Pendidikan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika (FSM), UKSW, sedangkan yang menjadi sample dalam penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Fisika dan Pendidikan Fisika FSM UKSW peserta kuliah Fisika Dasar I semester I th, 2009/2010 sebanyak dua kelas. Kls A terdiri dari 25 orang dan Kls B terdiri dari 24 orang.

Penelitian ini akan mendeskripsikan: a) Miskonsepsi-miskonsepsi kinematika awal dari sampel serta penyebab dari miskonsepsi tersebut; b) Implementasi remediasi dengan metode umpan balik cepat menggunakan simulasi dan demonstrasi dari segi keunggulan dan kelemahannya. Kelas A diberikan remediasi dengan metode umpan balik cepat menggunakan simulasi komputer sedang kelas B diberi remediasi dengan metode umpan balik cepat

menggunakan demonstrasi. c) Perubahan konsep yang dialami kedua kelas akibat remediasi yang diberikan.

Konsepsi awal mahasiswa diperoleh dari jawaban-jawaban tes diagnostic kinematika awal mahasiswa. Data hasil implementasi remediasi umpan balik dengan simulasi maupun demonstrasi diperoleh dari jawaban mahasiswa atas soal-soal umpan balik yang diberikan selama pembelajaran selain itu juga lewat observasi selama kegiatan belajar mengajar untuk mengetahui perkembangan pemahaman konsep mahasiswa selama pelaksanaan pembelajaran juga keberhasilan maupun kendala yang terjadi. Sedang perubahan konsep yang dialami mahasiswa setelah memperoleh pembelajaran remediasi didapatkan dari jawaban-jawaban atas soal tes diagnostic akhir yang diberikan setelah mahasiswa mendapatkan remediasi.

Instrument yang digunakan untuk keperluan penelitian serta pengumpulan data adalah : 1) Tes diagnostic kinematika awal dan akhir untuk menjangkau miskonsepsi dan kesulitan mahasiswa sebelum dan setelah remediasi 2) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Remediasi dengan metode umpan balik cepat menggunakan animasi dan simulasi komputer (bagi kelas A), dan menggunakan demonstrasi dan interaksi langsung (bagi kelas B), 3) animasi dan simulasi computer sebagai media pembelajaran untuk umpan balik cepat kelas A, dibuat dengan program Flash 8.

Miskonsepsi dalam penelitian ini didiagnosis dengan tes diagnostic yang berupa tes pilihan ganda dengan *reasoning*, dengan menggunakan CRI (*Certainty of Response Index*). Hal ini dilakukan untuk membedakan antara mahasiswa yang kekurangan pengetahuan (*a lack of knowledge*) dengan yang miskonsepsi (Bagayoko *et al* , 1999) dalam Masril *et al* (2002:0559-2). Pada setiap item soal mahasiswa diminta untuk mengisi skala CRI di tempat yang disediakan dengan 6 skala yaitu :

0. jawaban keseluruhan hanya menerka
 1. jawaban hampir menerka
 2. jawaban tidak yakin
 3. jawaban yakin
 4. jawaban hampir pasti
 5. jawaban pasti

Menurut Bagayoko *et al* (1999) dalam Masril *et al* (2002:0559-2) jika derajat kepastian rendah dengan skala CRI < 2,5 menunjukkan bahwa penentuan jawaban lebih signifikan dengan cara kira-kira, baik jawaban benar atau salah disebabkan kekurangan pengetahuan mereka. Jika CRI-nya tinggi (> 2,5), menunjukkan responden memiliki kepercayaan yang tinggi terhadap jawaban yang diberikannya.

Tabel 3.1. Penentuan pemahaman mahasiswa

Opsi Jawaban	Alasan	CRI	
		< 2,5	> 2,5
Benar	Benar	KP	P
	Salah	KP	M
	Kosong	KP	KP
Salah	benar	KP	M
	salah	KP	M
	Kosong	KP	KP
Kosong	benar	KP	KP
	salah	KP	KP
	Kosong	KP	KP

Keterangan : P =pengetahuan konsep benar; KP = kurang pengetahuan; M = miskonsepsi

Analisis data dilakukan secara interaktif yaitu melalui :

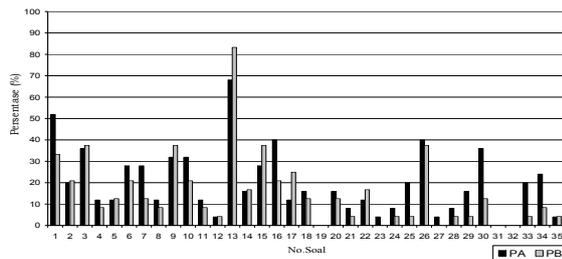
1. Reduksi data: mentransformasi data kasar yang muncul dari catatan tertulis di lapangan, mengelompokkan, membuang data yang tidak perlu dan mengorganisasikan data untuk disimpulkan dan verifikasi.
2. Penyajian data dalam bentuk tabel dan grafik
3. Penarikan kesimpulan; data yang diperoleh melalui tes tertulis sebelum dan sesudah pembelajaran remediasi dianalisa secara deskriptif, baik miskonsepsi yang terjadi, penyebabnya, reduksi yang terjadi karena remediasi yang dilakukan, maupun kelebihan dan kelemahan dari remediasi dengan metode umpan balik cepat menggunakan simulasi dan demonstrasi.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pretes

Untuk setiap soal, dari opsi yang dipilih, alasan yang dituliskan serta skala CRI-nya ditentukan mahasiswa yang bersangkutan paham konsep (P), kurang pengetahuan dalam menjawab (KP), atau mengalami miskonsepsi (M) terhadap soal yang ditanyakan.

Dari 35 soal pretes, hanya satu soal yang dapat dikerjakan oleh lebih dari 60% mahasiswa baik kelas A maupun kelas B (gambar 1), yaitu soal no.13 tentang jarak tempuh dari benda yang bergerak. Nyaris seluruhnya soal lainnya jumlah mahasiswa yang paham konsep kurang dari 40%, bahkan secara total (kelas A+B) rata-rata persentase jumlah mahasiswa yang paham konsep setiap nomer soalnya hanya 17,4% saja



Gambar 1. Perbandingan persentase jumlah mahasiswa yang paham konsep di Kelas A dan B

Dari analisa terhadap data-data pretes diperoleh rata-rata jumlah mahasiswa di kelas A yang dapat mengerjakan tiap soal tes diagnosis dengan benar dan terdiagnosis paham terhadap konsep yang ditanyakan hanya 19% saja, yang masih kurang paham/ kurang pengetahuan 53%, sedang yang terdiagnosis miskonsepsi 27%. Untuk kelas B, rata-rata jumlah mahasiswa yang dapat menjawab benar dan terdiagnosis paham pada tiap soal 15,4%, sedangkan mahasiswa yang masih kurang pengetahuan terhadap konsep yang ditanyakan sebanyak 51,3%; dan yang terdiagnosis miskonsepsi sebanyak 33,1%. Dengan demikian mahasiswa Prodi Fisika dan Pendidikan Fisika FSM, UKSW, peserta kuliah Fisika Dasar I, masih banyak yang mengalami masalah dalam memahami materi Kinematika, dan perlu remediasi. Berikut akan dibahas profil miskonsepsi awal mahasiswa perkonsep.

1. Grafik Kinematika

Gerak benda sering dinyatakan dalam bentuk grafik-grafik kinematika, yaitu grafik posisi benda terhadap waktu (grafik x-t), grafik kecepatan terhadap waktu (grafik v-t) maupun grafik percepatan terhadap waktu (grafik a-t). Berdasarkan persamaan kecepatan dan percepatan berikut

$$\bar{v}_t = \frac{d\bar{x}}{dt} \quad (1)$$

$$\bar{a}_t = \frac{d\bar{v}}{dt} \quad (2)$$

maka dari gradien grafik x-t, dapat diperoleh informasi kecepatan benda, dan dari gradien grafik v-t diperoleh info tentang percepatan benda. Dan berdasarkan persamaan di bawah ini

$$\bar{x}_t = \bar{x}_0 + \int \bar{v}(t) dt \quad (3)$$

$$\bar{v}_t = \bar{v}_0 + \int \bar{a}(t) dt, \quad (4)$$

maka dari luasan di bawah grafik a-t dapat dihitung kecepatan benda dan dari luas di bawah grafik v-t dapat dicari perpindahan benda.

Soal-soal yang bertujuan mengungkapkan pengetahuan mahasiswa dalam memahami grafik-grafik kinematika dituangkan dalam soal nomer 1, 2, 3, 4, 6, 7, 16, 17, 18, 31, dan 32. Dari jawaban-jawaban mahasiswa pada soal-soal tersebut didiagnosis, masih banyak mahasiswa yang belum memahami atau belum dapat membaca grafik-grafik kinematika dengan benar. Beberapa kesalahan/miskonsepsi yang terjadi disebabkan karena a) tidak dipahaminya bahasa matematis dari persamaan fisika di atas, dan ditemukan miskonsepsi: (i) Sebagian mahasiswa menerjemahkan grafik kinematika (baik grafik x-t, v-t maupun a-t) sebagai bentuk lintasan benda. (ii) Mahasiswa belum memahami besarnya kecepatan benda sebanding dengan gradien kemiringan grafik x-t, dan percepatan sebanding dengan gradien kemiringan grafik v-t. Selain itu kecepatan dapat dicari dari luasan di bawah grafik a-t, dan posisi sama dengan luasan di bawah grafik v-t. b) tidak dipahaminya konsep-konsep posisi, kecepatan dan percepatan dengan benar, sehingga ketika harus menghubungkan antar konsep-konsep tersebut, atau mengkonversi dari satu grafik ke grafik lainnya masih salah, contoh: (i) kecepatan dan percepatan dianggap sebagai besaran skalar yang nilainya selalu positif; (ii) jika percepatan benda nol, maka kecepatan benda juga sama dengan nol.

Miskonsepsi untuk bentuk grafik yang disamakan dengan bentuk lintasan benda, diperlukan remediasi dengan banyak latihan menggambar grafik yang dimulai dari membuat tabel x-t, v-t atau a-t terlebih dahulu baru kemudian dibuat grafiknya. Untuk mengkonversi dari satu grafik kinematika ke grafik kinematika lainnya, diperlukan pemahaman matematika yang baik tentang diferensial dan integral. Selain

itu yang paling penting perlunya pemahaman yang benar tentang pengertian fisis dari perpindahan, kecepatan dan percepatan, serta pemahaman tentang besaran vektor.

2. Jarak dan perpindahan

Soal yang bertujuan mengungkap konsepsi mahasiswa tentang pengertian jarak dan perpindahan tertuang pada soal no.5, 13 dan 20. Jarak merupakan besaran skalar dan didefinisikan sebagai panjang seluruh lintasan yang ditempuh benda. Sedang perpindahan merupakan besaran vektor, dan didefinisikan sebagai perubahan posisi benda, besarnya sama dengan jarak terpendek antara posisi awal ke posisi akhir benda yang berupa garis lurus, tanpa memperhatikan bentuk lintasan benda selama bergerak, dan dapat dihitung dengan persamaan:

$$\Delta r = r_2 - r_1 \quad (5)$$

Jawaban responden pada soal no. 5 dan 13, didapatkan sebagian besar responden sudah dapat menghitung jarak dengan benar, tapi jika dibandingkan dengan jawaban no.20 tentang perpindahan benda, nampak jelas bahwa yang mengetahui dengan benar perbedaan antara jarak dan perpindahan hanya sedikit. Mahasiswa yang semula menjawab benar tentang jarak pada soal 5 dan 13, ternyata pada soal 20 sebagian besar dari mereka menyamakan perpindahan dengan jarak, dan ada beberapa mahasiswa yang salah dalam memahami perpindahan. Dengan demikian mahasiswa yang benar pada soal 5 dan 13, sebenarnya belum tentu memahami konsep tentang jarak dan perpindahan dengan benar.

Dari uraian jawaban ketiga soal tersebut ditemukan miskonsepsi : (a) istilah jarak dan perpindahan adalah sinonim, dapat digunakan bergantian ; (b) jarak/perpindahan benda sama dengan panjang lintasan yang pernah ditempuh, dimana lintasan yang dilalui beberapa kali hanya dihitung satu kali saja. (c) perpindahan dipahami sebagai panjang lintasan yang terdekat yang dilalui diukur dari posisi awal ke posisi akhir, yang dapat berupa garis lengkung. Miskonsepsi-miskonsepsi tersebut disebabkan karena adanya kerancuan pengertian jarak dan perpindahan, serta belum dipahaminya tentang pengertian besaran vektor.

3. Laju dan kecepatan

Istilah laju dan kecepatan memiliki pengertian yang hampir sama. Laju adalah besaran skalar, sedang kecepatan adalah besaran vektor. Laju rata-rata dihitung dari besarnya jarak yang ditempuh benda dibagi dengan waktu tempuhnya, sedang kecepatan rata-rata dihitung dengan membagi perpindahan benda dengan waktu, untuk kasus satu dimensi persamaannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$\vec{v}_r = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \quad (6)$$

Nilai laju sesaat berharga sama dengan kecepatan sesaat, tapi nilai laju rata-rata belum tentu berharga sama dengan kecepatan rata-ratanya.

Soal-soal yang bertujuan mengungkap pemahaman mahasiswa mengenai konsep laju dan kecepatan dituangkan dalam soal nomer 5, 9, 14, 15, 19 dan 21. Dari jawaban responden pada soal 5, 14 dan 21 yang mengungkap pemahaman mahasiswa dalam membedakan konsep kecepatan rata-rata dan kelajuan rata-rata ditinjau dari lintasan yang dilalui benda, hanya 1 orang di kelas A dan 1 orang di kelas B yang dapat menjawab benar ke-3 soal tersebut dan didiagnosa paham konsep. Untuk soal no.9 dan 15 yang menanyakan kelajuan benda ada 8 mahasiswa (4 dari kelas A dan 4 dari kelas B) yang dapat menjawab kedua soal tersebut dengan benar dan terdiagnosis paham karena dapat menerapkan persamaan matematis untuk menghitung laju benda dengan benar. Dari soal no.19, mahasiswa yang terdiagnosis memahami tentang kecepatan sebagai besaran vektor, hanya 2 orang (satu orang dari kelas A dan satu dari kelas B)

Berdasarkan grafik pada gambar 1 dan jawaban-jawaban sampel dapat disimpulkan bahwa hampir semua mahasiswa yang menjadi sampel masih mengalami kesulitan dalam memahami perbedaan konsep antara laju dan kecepatan rata-rata. Beberapa kesalahan dan miskonsepsi yang ditemukan dapat dirangkum sbb : (a) kecepatan dan laju adalah identik sehingga kecepatan dipandang sebagai besaran skalar bukan vektor, (b) beberapa mahasiswa sudah paham definisi laju dan kecepatan rata-rata tetapi karena yang bersangkutan mengalami

miskonsepsi terhadap konsep jarak dan perpindahan, sehingga konsep laju dan kecepatannya menjadi salah. (c) terjadi kesalahan pemahaman matematika untuk menghitung kecepatan rata-rata atau pun laju rata-rata, persamaan (6) dianggap sama dengan $v = x/t$; (d) Jika dalam soal diketahui laju benda dalam lintasan geraknya untuk menghitung laju rata-rata ditemukan kesalahan-kesalahan antara lain:

$$v_{rata2} = \frac{\sum v_n}{\sum t_n}; \quad v_{rata2} = \frac{\sum v_n}{n}; \quad \Delta v = \frac{v_{\max} - v_{\min}}{t_{\max} - t_{\min}};$$

$$\Delta v = \frac{v_1 t_1 - v_2 t_2 - v_3 t_3}{t_1 - t_2 - t_3}.$$

4. Percepatan.

Sebuah benda dikatakan mengalami percepatan bila dalam geraknya mengalami perubahan kecepatan. Percepatan didefinisikan sebagai laju perubahan kecepatan dan merupakan besaran vektor yang searah dengan vektor perubahan kecepatan. Arah percepatan dapat searah, berlawanan, bahkan membentuk sudut terhadap kecepatan. Percepatan sesaat dapat dihitung dengan persamaan (2) sedang percepatan rata-rata dapat dicari dari persamaan:

$$\bar{a}_r = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}; \quad (7)$$

Soal-soal untuk mengungkap konsep tentang percepatan diperoleh pada soal no.8, 10, 11, 12, 19, 22, 23, 24, 32, 33, 34, dan 35.

Jawaban responden pada soal-soal tentang percepatan tersebut ditemukan banyak kesalahan konsep yang terjadi, yaitu :

- Percepatan sebanding dengan kecepatan (saat $v = 0 \rightarrow a = 0$; v konstan $\rightarrow a$ konstan, v bertambah $\rightarrow a$ bertambah)
- Percepatan sebanding dengan laju (meski arahnya berubah-ubah, jika laju konstan \rightarrow percepatannya konstan; jika lajunya bertambah \rightarrow percepatannya juga bertambah)
- Jika lajunya konstan percepatannya berharga nol, jika lajunya bertambah, percepatannya pasti berharga positif, percepatan negatif pasti berarti perlambatan
- percepatan selalu searah dengan kecepatan

- benda yang kecepatannya bertambah selalu dianggap merupakan GLBB dengan percepatan yang konstan
- dua benda yang memiliki percepatan yang sama, pasti memiliki kecepatan yang sama dan jarak tempuh yang selalu sama
- Percepatan tidak memiliki arah

Miskonsepsi (a), (d) dan (f), paling tidak disebabkan oleh dua hal. Pertama karena istilah percepatan dan kecepatan dari segi bahasa terdengar hampir sama sehingga dianggap identik. Penyebab kedua adalah mahasiswa salah memahami bahasa matematis dari persamaan percepatan sesaat (2) maupun percepatan rata-rata (7), keduanya dihitung sama dengan $\bar{a} = \frac{\bar{v}}{t}$.

Dengan demikian besarnya percepatan dipahami sebanding dengan besarnya kecepatan dan juga memiliki arah yang sama dengan kecepatannya. Seharusnya percepatan sebanding dan searah dengan laju perubahan (vektor) kecepatan.

Penyebab miskonsepsi percepatan yang ketiga adalah karena kesalahan dalam memahami konsep kecepatan. Sebagian responden memahami kecepatan sebagai besaran skalar (menyamakan kecepatan dengan laju), sehingga konsep percepatan dari yang bersangkutan juga ikut menjadi salah. Akibat dari miskonsepsi tentang kecepatan tersebut akan menyebabkan beberapa miskonsepsi yaitu :

- percepatan dipahami sebagai besaran skalar, bukan vektor sehingga tidak memiliki arah;
- percepatan disamakan dengan laju;
- besarnya percepatan sebanding dengan laju benda, kesalahan ini disebabkan karena kesalahan dalam memahami persamaan matematika untuk percepatan dipahami sama dengan $a = v/t$, dengan v adalah "laju".
- Percepatan dipahami sebanding dengan perubahan laju benda, jadi benda yang bergerak dengan laju konstan pasti percepatannya nol, meskipun arah geraknya berubah-ubah dan ini juga berlaku pada gerak melingkar beraturan.

Dari jawaban mahasiswa pada soal menggambar vektor percepatan serta soal grafik percepatan vs waktu, ditemukan beberapa kesalahan konsep. Sebagian mahasiswa tampak belum memahami percepatan sebagai vektor laju perubahan kecepatan. Selain kesalahan

menyamakan percepatan dengan laju, beberapa mahasiswa menyamakan percepatan dengan bentuk lintasan gerak benda.

5. Gerak Vertikal

Jika sebuah benda jatuh bebas, dan hambatan udara bisa diabaikan, maka waktu jatuhnya benda ke bumi, hanya ditentukan oleh ketinggian awalnya serta percepatan gravitasi di tempat tersebut. Jadi jika dua benda yang massanya berbeda dijatuhkan pada ketinggian yang sama, keduanya akan sampai di permukaan tanah dalam waktu yang bersamaan, karena selama bergerak keduanya mendapatkan percepatan yang konstan, yaitu percepatan gravitasi.

Soal-soal yang bertujuan mengungkapkan pengetahuan mahasiswa dalam memahami tentang gerak jatuh bebas maupun gerak vertikal dituangkan dalam soal nomer 26, 31, 32, 33, dan 34. Soal-soal tersebut bertujuan mengungkapkan pemahaman mahasiswa tentang waktu jatuh untuk dua benda yang massanya berbeda; serta tentang kecepatan dan percepatan dari benda yang bergerak bebas secara vertikal. Khusus tentang waktu jatuhnya benda, sebanyak 38,8% responden mengalami miskonsepsi waktu jatuh suatu benda dipengaruhi oleh beratnya, yaitu semakin berat benda semakin cepat benda jatuh (waktu jatuhnya berbanding terbalik dengan berat/ massanya).

Untuk konsep kecepatan benda yang bergerak vertikal, sebagian besar mahasiswa sudah dapat menjelaskan besarnya kecepatan (laju) benda selama bergerak naik dan turun secara vertikal, namun tidak satupun memilih jawaban yang benar. Dari grafik yang dipilih, sebagian besar reponden menyamakan kecepatan benda dengan lintasan benda, sebagian lagi menyamakan kecepatan benda dengan laju benda yang nilainya selalu positif.

Sedang untuk konsep percepatan dari benda yang bergerak vertikal, ditemukan bervariasi kesalahan konsep, antara lain: (a) percepatan benda saat bergerak vertikal, baik naik maupun turun berharga konstan, tapi saat naik arah vektor percepatannya ke atas dan saat turun arah percepatannya ke bawah. (b) percepatan benda sama dengan gaya gravitasi,

yang bersangkutan menyamakan percepatan gravitasi dengan gaya gravitasi. (c) percepatan benda saat naik lebih kecil dari pada saat benda bergerak turun, beberapa alasan yang dituliskan (i) saat naik percepatannya makin lama makin kecil, saat mencapai puncak $a = 0$, lalu saat turun percepatannya bertambah besar, mahasiswa yang bersangkutan menyamakan percepatan dengan laju benda (ii) saat naik percepatannya $(a-g)$, saat bergerak turun $(a+g)$. (d) percepatan benda disamakan dengan lintasan gerak benda, ini nampak dari grafik $a-t$ yang dipilih, maupun dari vektor percepatan yang digambarkan.

6. Gerak Parabola

Gerak peluru adalah gerak dua dimensi dengan lintasan parabola. Gerak peluru merupakan perpaduan dari gerak lurus beraturan dalam arah sumbu x dan gerak lurus berubah beraturan dalam arah sumbu y . Jadi gerak peluru hanya mengalami percepatan yang konstan dalam arah sumbu y saja, yaitu sama dengan percepatan gravitasi. Soal-soal yang bertujuan mengungkapkan pengetahuan mahasiswa dalam memahami gerak parabola dituangkan dalam soal nomer 24, 25, 27, 28, 29, 30 dan 35. Dari jawaban-jawaban responden terhadap soal-soal tersebut, ditemukan beberapa miskonsepsi :

- Lintasan benda yang jatuh dari pesawat, berbentuk: (i) parabola ke belakang pesawat, dengan alasan: saat jatuh benda akan terlempar ke belakang karena mendapat gaya gravitasi dan terkena angin yang berlawanan dengan gerak pesawat ; saat kelapa jatuh pesawat terus melaju ke depan; (ii) lurus miring berlawanan dengan arah pesawat yang terus bergerak maju menjahui posisi awal, sedang kelapa kehilangan gerak maju dari pesawat dan hanya bisa jatuh ke bawah; (iii) lurus vertikal ke bawah karena pengaruh gravitasi bumi. Jawaban (iii) ini juga ditemui untuk lintasan benda yang meluncur jatuh dari permukaan meja. Kesalahan jawaban untuk lintasan gerak benda yang jatuh dari pesawat, karena mahasiswa tidak memahami bahwa saat benda jatuh, telah memiliki kecepatan awal yang sama dengan kecepatan pesawatnya, mereka berfikir saat benda jatuh dari pesawat tidak memiliki kecepatan awal ($v_0 = 0$). Selain itu jawaban mereka juga

dipengaruhi pengalamannya saat mereka membuang sesuatu keluar jendela motor/mobil dan tampak bahwa yang mereka buang tersebut diterbangkan angin ke arah belakang motor/ mobil.

- (b) waktu jatuh sebuah benda dari ketinggian tertentu yang memiliki kecepatan awal horizontal $v_0 = v_{0x}$, dipengaruhi (i) kecepatan awal v_{0x} -nya, dimana ada dua macam jawaban yaitu (*) semakin besar kecepatan awalnya semakin cepat benda jatuh benda (***) semakin kecil kecepatan awalnya semakin cepat benda jatuh karena lintasannya lebih pendek (ii) massanya, semakin berat benda semakin cepat benda jatuh.
- (c) Jangkauan horisontal sebuah benda yang jatuh pada ketinggian tertentu dan memiliki kecepatan awal horisontal, dipengaruhi beratnya, semakin berat benda semakin pendek jangkauannya, dengan alasan semakin berat benda semakin cepat benda tersebut jatuh.
- (d) Saat di posisi puncak lintasan parabola kecepatan dan percepatan benda nol.
- (e) Percepatan disamakan dengan kecepatan, dan percepatan benda searah dengan arah gerak benda, dengan bervariasi jawaban, ada yang makin ke atas percepatannya makin kecil dan berharga nol di puncak, lalu saat bergerak ke bawah percepatannya semakin besar; ada juga yang percepatannya berharga konstan kecuali di puncak berharga nol.
- (f) Percepatan benda arahnya selalu ke bawah, tapi nilainya berubah-ubah, semakin ke atas semakin kecil.

Implementasi Remediasi

Pembelajaran remediasi dengan metode umpan balik cepat selalu dimulai dengan pemberian soal-soal yang dapat dijawab dengan cepat dan singkat. Saat mahasiswa mengerjakan soal tersebut dosen berkeliling melihat secara cepat jawaban sebagian mahasiswa sebagai sampel untuk melihat penguasaan/kesulitan mahasiswa dalam kelas dalam memahami konsep. Jika didapatkan sebagian besar mahasiswa masih mengalami kesulitan maka dilakukan proses pembelajaran sebagai *feedback*

bagi mahasiswa atas jawaban mereka untuk konsep tersebut sehingga diperoleh jawaban benar. Berikutnya untuk mengetahui penguasaan terhadap konsep yang baru saja diberikan, mahasiswa diberikan lagi soal yang setingkat dengan soal sebelumnya sebagai pemantapan. Dan sikluspun diulang. Jika sudah sebagian besar mahasiswa ($> 75\%$) dapat menjawab dengan benar, maka soal yang diberikan adalah soal untuk konsep berikutnya.

1. Metode Umpan Balik Cepat dengan Simulasi

Kelas A yang mendapat pembelajaran dengan metode umpan balik cepat menggunakan animasi/simulasi komputer dimulai dengan dosen memberikan pertanyaan yang dapat dijawab cepat, setelah mahasiswa selesai menjawab, dosen menunjukkan jawaban yang benar dari pertanyaan yang diberikan lewat animasi/ simulasi komputer sebagai *feedback* bagi jawaban mahasiswa.

Pertemuan yang pertama, mahasiswa belajar tentang grafik posisi benda terhadap waktu (grafik $x-t$), jarak dan perpindahan serta laju dan kecepatan. Ada lima soal umpan balik cepat tentang grafik posisi vs waktu. Pada soal umpan balik yang pertama banyak mahasiswa yang salah, kesalahan yang terjadi sebagian mahasiswa menyamakan grafik $x-t$ dengan bentuk lintasan benda dalam ruang. Melalui simulasi mahasiswa ditunjukkan langkah-langkah pengerjaannya dengan terlebih dulu menabelkan posisi benda terhadap waktu kemudian baru mengkonversinya menjadi grafik. Setelah soal yang ketiga, nampak mahasiswa sudah memahami cara yang benar untuk menggambar grafik $x-t$, sehingga soal ke-4 dan ke-5 hampir semua mahasiswa dapat menggambarkan dengan benar. Soal umpan balik cepat untuk pengertian jarak dan perpindahan ada 4 soal, dua soal jarak dan perpindahan untuk kasus 2 dimensi, dan dua soal lagi untuk soal 1 dimensi. Lewat animasi ditunjukkan perbedaan cara menghitung jarak dan perpindahan benda.

Pertemuan yang kedua, materi yang diberikan adalah GLB dan GLBB, dalam simulasi diperlihatkan jejak gerak benda tiap satuan waktu dan mahasiswa ditunjukkan cara menggambarkan grafik-grafik $x-t$, $v-t$ dan $a-t$

berdasarkan jejak dari gerak benda, masing-masing diberi satu contoh menggambar dengan menggunakan cara vektor, dan satu contoh mengkonversi dari grafik $x-t \rightarrow$ grafik $v-t \rightarrow$ grafik $a-t$ melalui kemiringan grafik dan sebaliknya dengan luas di bawah grafik. Dari contoh-contoh yang ada kembali diberikan beberapa soal umpan balik cepat menggambarkan grafik $x-t$, $v-t$ dan $a-t$ tentang macam-macam GLB dan GLBB, yang simulasinya langsung diperoleh grafiknya. Soal-soal yang diberikan meliputi soal GLB dengan kecepatan yang positif dan yang negatif. Untuk soal GLBB diberikan soal tentang benda yang bergerak dengan:

- kecepatan positif dan percepatan positif
- kecepatan positif dan percepatan negatif
- kecepatan negatif dan percepatan positif
- kecepatan negatif dan percepatan negatif

Permasalahan yang muncul karena peneliti tidak memiliki animasi/simulasi tentang konversi grafik dengan variasi macam-macam gerak dalam satu grafik, sehingga untuk kelas A, tidak ada soal umpan balik cepat dan latihan tentang hal tersebut.

Pertemuan yang ketiga, mahasiswa mempelajari gerak jatuh bebas, saat awal mahasiswa diberikan soal *fast feedback* membandingkan waktu jatuh untuk dua benda dengan berat yang berbeda pada ketinggian yang sama. Berikutnya mahasiswa juga ditugaskan untuk menggambarkan grafik-grafik kinematika juga vektor percepatan dan kecepatan untuk gerak-gerak vertikal. Untuk keperluan tersebut ada beberapa animasi-simulasi yang dapat ditunjukkan, baik dengan atau tanpa gesekan udara. Ada juga simulasi gerak jatuh bebas dan benda yang dilempar vertikal ke atas, dalam simulasi tersebut diperlihatkan vektor kecepatan dan percepatan benda selama bergerak.

Pertemuan keempat mahasiswa belajar gerak parabola. Saat awal kepada mahasiswa ditanyakan perbandingan waktu jatuh antara benda yang jatuh bebas dengan benda yang dilemparkan secara horisontal. Selain itu ada juga animasi tentang menjatuhkan benda dan melemparkan benda secara horisontal pada ketinggian tertentu, untuk melihat waktu jatuhnya. Untuk gerak parabola terdapat animasi yang menunjukkan gerak parabola merupakan

gabungan dari gerak lurus beraturan dalam arah sumbu x dan gerak lurus berubah beraturan pada sumbu y

2. Metode Umpan Balik Cepat dengan Demonstrasi

Kelas B yang mendapat pembelajaran dengan metode umpan balik cepat menggunakan demonstrasi dan interaksi langsung dimulai dengan dosen memberikan pertanyaan yang dapat dijawab cepat, setelah mahasiswa menjawab soal yang diberikan dan dosen sudah berkeliling melihat jawaban mahasiswa, kemudian bersama-sama mahasiswa membahas jawaban dari soal umpan balik yang diberikan dengan interaksi langsung maupun dengan demonstrasi.

Pertemuan yang pertama dipelajari tentang grafik posisi benda vs waktu, berikutnya pengertian jarak dan perpindahan serta laju dan kecepatan. Dengan demonstrasi diperagakan perbedaan cara mengukur jarak dan perpindahan serta laju dan kecepatan rata-rata dari gerak semut di bidang datar. Melalui demonstrasi yang dilakukan, ditunjukkan perbedaan cara pengukuran besaran skalar dan vektor.

Pertemuan yang kedua dan ketiga, dosen melakukan demonstrasi dengan peralatan ticker timer untuk memperagakan tentang gerak lurus berubah beraturan, dan juga gerak jatuh bebas. Melalui titik-titik yang dihasilkan di pita ketik, ditunjukkan cara mendapatkan grafik $x-t$, $v-t$ dan $a-t$ dari gerak benda. Namun cara tersebut sulit digunakan untuk kasus gerak lurus beraturan, karena adanya gesekan menyebabkan sulit mendapatkan GLB yang ideal. Selain dengan ticker timer, demonstrasi tentang gerak jatuh bebas, dapat diperagakan secara langsung baik gerak jatuh bebas yang dipengaruhi oleh hambatan udara maupun yang hambatan udaranya dapat diabaikan.

Pertemuan yang keempat, sebelum masuk materi gerak parabola dosen menanyakan bentuk lintasan sebuah benda yang dilemparkan dengan arah horisontal pada ketinggian tertentu. Setelah memperagakan hal tersebut, berikutnya dosen meminta mahasiswa menduga waktu jatuh kedua benda yang bergerak jatuh bebas dan dilemparkan dengan arah horisontal pada

ketinggian yang sama. Sebagai umpan baliknya dosen melakukan demonstrasi dengan peralatan sederhana. Lewat demonstrasi tersebut dilakukan interauaksi lewat diskusi untuk membahas bahwa gerak parabola adalah perpaduan gerak lurus beraturan dalam arah sumbu x dan gerak lurus berubah beraturan dlam arah sumbu y
dosen melakukan demonstrasi menjatuhkan dua

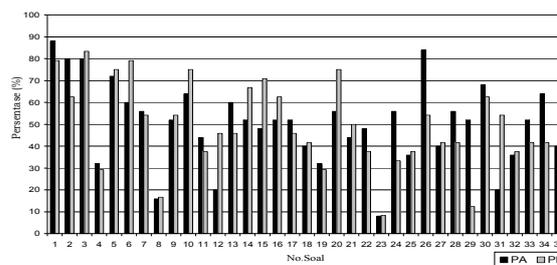
Postes

Setelah remidasi, sekali lagi mahasiswa mengerjakan soal tes diagnostik (postes). Soal postes yang diberikan hampir sama dengan soal pretes, dengan sedikit perubahan, khususnya pada soal no.13. Narasi soal no.13, pada pretes dan postes sebenarnya sama, hanya beda yang ditanyakan. Untuk soal no.13 pada pretes yang ditanyakan jarak, sedang pada postes yang ditanyakan perpindahannya. Dari analisa jawaban mahasiswa pada postes baik terhadap opsi yang dipilih, alasan yang dituliskan dan skala CRI, diperoleh pemahaman mahasiswa setiap soalnya.

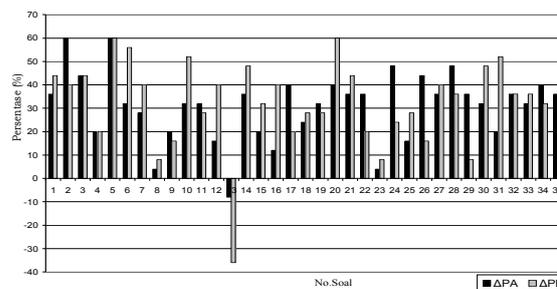
Perbandingan persentase jumlah mahasiswa yang didiagnosis paham konsep pada soal postes di kelas A dan di kelas B dapat dilihat pada gambar 2. Dari 35 soal postes hanya 10 soal yang dapat dikerjakan oleh 60% lebih mahasiswa di kelas A, dan 11 soal di kelas B. Rata-rata persentase jumlah mahasiswa yang terdiagnosa memahami konsep pada soal-soal diagnosa akhir (postes) di kelas A sebanyak 50,3% sedangkan untuk kelas B sebanyak 49,3%. Dari rata-rata tersebut, tampak remidiasi yang dilakukan belum berhasil membuat mahasiswa di kelas tersebut berhasil memahami konsep kinematika secara tuntas. Meskipun hasilnya remidiasinya tidak memuaskan, namun gambar 3 menunjukkan bahwa remidiasi yang dilakukan dapat meningkatkan persentase mahasiswa yang paham konsep pada semua soal (kecuali soal no.13, namun soal tersebut sebenarnya tidak dapat dibandingkan antara postes dan pretesnya karena ada perubahan soal). Secara rata-rata peningkatan prosentase mahasiswa yang paham konsep di kelas A sebanyak 32% sedang kelas B sebanyak 36%.

Soal no.13 menanyakan perpindahan dari gerak sebuah benda. Dari jawaban mahasiswa pada soal nomer ini, sebenarnya sudah banyak yang mengetahui perpindahan adalah jarak

terpendek antara posisi awal dan akhir. Kesalahannya mereka belum memahami perpindahan sebagai besaran vektor, perpindahannya seharusnya dihitung $\Delta r = r_2 - r_1$, dan dalam soal ini diperoleh bernilai negatif, tapi sebagian memilih opsi yang berharga sama tapi positif.



Gambar 2. Perbandingan Presentase jumlah mahasiswa Kelas A dan Kelas B yang paham konsep postes



Gambar 3. Perbandingan perubahan presentase jumlah mahasiswa Kelas A dan Kelas B yang paham konsep (Ppostes - Ppretes)

Dari grafik gambar 3, untuk kelas A, soal yang mengalami peningkatan jumlah mahasiswa yang menjadi paham konsep setelah remidiasi sebanyak 50% lebih, ada 2 soal, yaitu soal no. 2, tentang grafik percepatan benda yang diketahui jejaknya persatuan waktu dan soal no.5 dan kecepatan rata-rata. Sedang Kelas B soal yang mengalami peningkatan sampai 50% lebih ada 7 soal, yaitu soal-soal yang berhubungan dengan membedakan jarak dan perpindahan serta membedakan laju dan kecepatan. Satu soal tentang grafik kinematika, pada soal ini mahasiswa diminta mendeskripsikan kecepatan benda dari grafik x-t. dan satu soal tentang percepatan benda yang diketahui jejak gerakanya persatuan waktu, serta lintasan benda yang meluncur keluar dari meja. Dari data peningkatan persentase jumlah mahasiswa yang menjadi paham konsep yang besar di kelas B,

sebagian besar adalah soal-soal yang membutuhkan perhitungan matematika. Dengan demikian remediasi dengan interaksi langsung dan demonstrasi akan lebih berhasil untuk soal-soal yang membutuhkan perhitungan matematis.

Kenaikan prosentase jumlah mahasiswa yang paham konsep di kelas A terhadap soal nomer 24, 26 dan 29 tentang waktu jatuh dua benda yang massanya berbeda (soal 24 dan 26 untuk benda yang bergerak jatuh bebas, sedang soal no.26 untuk benda yang bergerak dengan lintasan setengah parabola), lebih besar dari pada di kelas B. Dengan demikian animasi tentang jatuhnya benda dengan massa yang berbeda lebih efektif dipahami dibandingkan dengan yang didemonstrasikan secara langsung. Dari jawaban mahasiswa di kelas B pada soal-soal tersebut sebagian sudah berpendapat bahwa massa tidak mempengaruhi waktu jatuhnya benda, namun sebagian dari mereka menuliskan yang mempengaruhi jatuhnya benda adalah luas permukaan benda, padahal dalam soal sudah dituliskan gesekan udara diabaikan.

Kesimpulan Dan Rekomendasi

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan terhadap jawaban tes diagnostik dan pembelajaran remediasi yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Miskonsepsi kinematika yang ditemukan pada mahasiswa peserta Fisika Dasar I, antara lain: a) istilah jarak dan perpindahan dianggap identik, b) jarak terpendek pada perpindahan dapat berupa lintasan melengkung, c) kelajuan, kecepatan dan percepatan dianggap identik, d) di puncak gerak parabola, baik kecepatan maupun percepatannya sama dengan nol, e) grafik-grafik kinematika disamakan dengan koordinat kartesian, f) benda yang lebih berat jatuh lebih dahulu dibandingkan dengan yang ringan, g) benda yang jatuh dari pesawat lintasannya melengkung ke belakang, h) percepatan gravitasi dan gaya gravitasi adalah identik.
2. Model remediasi dengan umpan balik cepat menggunakan simulasi komputer dan

demonstrasi serta interaksi langsung dapat mereduksi miskonsepsi kinematika mahasiswa.

3. Remediasi dengan umpan balik cepat menggunakan animasi-simulasi komputer lebih cocok untuk meremidiasi konsep-konsep yang ideal, seperti gerak lurus beraturan, gerak jatuh bebas, serta hal-hal yang bersifat abstrak seperti vektor percepatan pada gerak jatuh bebas. Sedang penggunaan demonstrasi dan interaksi langsung pada umpan balik cepat lebih sesuai digunakan untuk remediasi konsep-konsep yang membutuhkan perhitungan matematis, serta bagi seseorang yang lebih percaya pada hal-hal riil/nyata dari pada hanya animasi.
3. Metode umpan balik dengan animasi dan simulasi memiliki kelemahan: soal-soal umpan balik yang diberikan hanya terbatas pada animasi/simulasi yang tersedia, sehingga kurang fleksibel dalam menghadapi dinamika kelas. Jika ada kesulitan/miskonsepsi yang tidak terduga akan lebih mudah diatasi lewat interaksi. Sedang kelemahan umpan balik cepat dengan demonstrasi adalah dalam menjelaskan/menunjukkan hal-hal yang abstrak.

Rekomendasi

Adapun implikasi praktis yang dapat dikemukakan berdasarkan kesimpulan penelitian ini antara lain:

1. Pengampu matakuliah Fisika Dasar I, perlu menyadari ada diantara mahasiswanya yang mengalami miskonsepsi kinematika dan sehingga perlu berhati-hati dalam merancang pembelajaran.
2. Umpan balik cepat dapat menjadi alternatif metode pembelajaran bagi guru yang dapat dipakai untuk mendeteksi dan mengikuti perkembangan pemahaman siswanya selama proses pembelajaran, sehingga dapat digunakan untuk meremidiasi miskonsepsi.
3. Penelitian ini dapat dilanjutkan, untuk mengembangkan soal-soal yang cocok digunakan dalam umpan balik cepat pada berbagai konsep, sehingga diperoleh kumpulan soal-soal fast feedback yang baik

4. Dapat juga dikembangkan cara pengumpulan jawaban *fast feedback* yang baru dan lebih cepat sehingga guru dapat sesegera mungkin mengetahui jawaban dan kesalahan-kesalahan konsep (miskonsepsi) siswanya.

Daftar Pustaka

- Euwe van den Berg. (1991). *Miskonsepsi Fisika dan Remediasi*. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana.
- _____. (2003). Teaching, Learning, and Quick Feedback Methods. *The Australian Science Teaching Journal*, 49(2), 28-34.
- Euwe van den Berg, Rosea van den Berg, Nilo Capistrano, Arni Sicam. (2000). Kinematics Graphs and Instant Feedback. *The School Science Review (UK)*, 82(299), 104-106.
- Euwe van den Berg, Dick Hoekzema. (2006). Teaching Conservation Laws, Symmetries and Elementary Particles with Fast Feedback. *Physics Education*, 41 (1), 47-56.
- Severinus Domi. (2008). "Mengupayakan Perubahan Konsep Fisika Menggunakan Strategi POE (Prediction Observation Explanation)", dalam Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains 2008. Pembelajaran Sains Yang menarik Dan Menantang. Salatiga : Universitas Kristen Satya Wacana.
- Emmett, Klaassen, Eijkelhof. (2009). Fast feedback in classroom practice. *Physics Education*, 44 (3), 246-252
- Aliefman Hakim, Liliarsari, Asep Kadarohman. (2012). Student Concept Understanding of Natural Product Chemistry in Primary and Secondary Metabolites Using the Data Collecting Technique of Modified CRI. *International Online Journal of Education of Science*, 4 (3). 544-553. Retrieved 24 August 2013, from www.iojes.net/userfiles/article/IOJES_915.pdf
- Ikatan Sarjana Teknologi Pendidikan Indonesia, (2008). *Mengefektifkan Umpan Balik Dalam Pembelajaran*. <http://www.htm> [2 Juli 2008].
- Moleong, Lexy J. (2007). *Metodologi Penelitian Kualitatif. Edisi Revisi*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Timothy J. Newby, Donald A. Stepich, James D. Lehman, James D. Russell. (2000). *Instructional Technology for Teaching and Learning. Designing Instruction, Integrating Computer, and Using Media (2)*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc. Pearson Education.
- Muijs, Daniel & Reynolds, David. (2008). *Effective Teaching. Teori dan Aplikasi*. (Edisi terjemahan Helly Prajitno Soetjipto & Sri Mulyantini Soetjipto) Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Paul Suparno. (2005). *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep Pendidikan Fisika*. Jakarta: Penerbit Grasindo
- _____. (2007). *Metodologi Pembelajaran Fisika. Konstruktivistik Dan Menyenangkan*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- M.D.Roblyer, Jack Edward, Mary Anne Havriluk. (1997). *Integrating Educational Technology into Teaching*. Upper Saddle River, New Jersey : Prentice-Hall, Inc. Simon & Schuster / A Viacom Company.
- Suharsimi Arikunto. (2007). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan. (Ed. Revisi)*. Jakarta : PT Bumi Aksara.
- Widha Sunarno. (1998). *Model Remediasi Miskonsepsi Dinamika Menggunakan Animasi Simulasi Dengan Komputer*. Desertasi
- Yu-Lung, Pei-Rong Pan, Yao-Ting Sung and Kuo-En Chang. (2012). Correcting Misconception on Electronics: Effect of simulation-based learning environment backed by a conceptual change model. *Educational Technology & Societ*, 16 (2), 212-227. Retrieved 24 Agustus 2013, from www.ifets.info/journals/16_2/18.pdf

Telah disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II.

Prof. Dr. H. Widha Sunarno, M.Pd.
NIP.195201161980031001

Drs.Cari, M.A, Ph.D.
NIP.196103061985031002

Mengetahui
Ketua Program Pendidikan Sains

Dr.Mohammad Masykuri, M.Si.
NIP. 196811241994031001