

DOI: doi.org/10.21009/0305010409

ANALISIS KESULITAN MAHASISWA CALON GURU FISIKA DALAM MEMAHAMI KONSEP GERAK PARABOLA

Saeful Karim^{a)}, Duden Saepuzaman^{b)}

Departemen Pendidikan Fisika, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia,
Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154

Email: ^{a)} saefulkarimsk@gmail.com, ^{b)}dsaepuzaman@upi.edu,

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pencapaian hasil belajar mahasiswa Fisika Dasar 1 yang belum sesuai harapan. Analisis lebih lanjut dari hasil jawaban mahasiswa, ditemukan salah satu konsep yang masih rendah pencapaian hasil belajarnya adalah gerak parabola. Gerak Parabola merupakan bagian dari topik gerak dua dimensi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mengungkap kesulitan yang dialami mahasiswa pada konsep gerak parabola dalam rangka merencanakan program pembelajaran yang tepat. Metode yang digunakan adalah deskriptif analitik dengan sampel sebanyak 42 mahasiswa yang mengikuti perkuliahan Fisika Dasar 1 pada salah satu LPTK di Jawa Barat. Alat pengumpul data berupa instrumen tes berupa uraian. Berdasarkan hasil tes, diketahui bahwa mahasiswa mengalami kesulitan sebagai berikut. Pertama, menggambarkan vektor komponen dalam arah x (horizontal) dan y (vertikal). Kedua, membedakan vektor kecepatan, vektor komponen kecepatan, komponen vektor kecepatan dalam arah x dan y. Ketiga, terfokus pada hapalan rumus waktu yang ditempuh peluru untuk lintasan setengah parabola, tinggi maksimum, jarak terjauh maksimum. Keempat, selalu beranggapan kecepatan akhir benda yang bergerak parabola ketika menyentuh tanah selalu nol. Kelima, kecepatan benda nol di puncak (padahal hanya kecepatan dalam arah vertikal yang nol). Keenam, percepatan dimiliki oleh benda dalam arah x maupun y. Ketujuh, ditemukan beberapa mahasiswa menggunakan aturan sinus cosinus segitiga pada penentuan jarak/ketinggian dan sebaliknya (padahal penentuan jarak/ketinggian berdasarkan informasi kecepatan).

Kata-kata kunci: kesulitan belajar ,mahasiswa calon guru fisika, konsep Gerak Parabola

Abstract

This research is motivated by the achievement of student learning outcomes Physics 1 were not as expected. Further analysis of the results of student answers, found one of the concepts are still low achievement of learning outcomes is the projectile motion. Projectile Motion is part of the topic of the two-dimensional motion. The purpose of this study is to investigate and uncover the difficulties experienced by students on the concept of a projectile motion in order to plan appropriate learning program. The method used is descriptive analysis with a sample of 42 students who take the Basic Physics Course I on LPTK in West Java. Collecting data form of essay test. Based on the test results, it is known that students have difficulty following. First, drawing the vector component in the direction x (horizontal) and y (vertical). Second, distinguish the velocity vector, the vector component of velocity, the velocity vector component in the x and y directions. Third, focus on memorizing formulas bullet time taken for half a parabolic trajectory, maximum of height, maximum of distance. Fourth, always assumed final velocity moving object parabola when it hits the ground is always zero. Fifth, the velocity to zero at the top (when only the speed in the vertical direction is zero). Sixth, the acceleration is owned by the object in the x and y directions. Seventh, found some students use the law of sines cosines triangle on the determination of the distance / high and reverse (ideally the determination of the distance / high based on the velocity information).

Keywords: *difficulties learning , preservice physics teacher , projectile motion*

1. Pendahuluan

Dalam sebuah pembelajaran, semua komponen pembelajaran selalu mengharapkan agar tujuan pembelajaran senantiasa tercapai. Termasuk dalam

perkuliahan, dosen dan mahasiswa senantiasa mengharapkan tujuan perkuliahan dapat tercapai. Tujuan perkuliahan yang disusun sudah mempertimbangkan beberapa hal, diantaranya learning outcome (LO) lulusan yang mengacu pada

Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) dan kompetensi mata kuliah yang mendukung pencapaian LO program studi.

Ada beberapa hal yang terjadi selama perkuliahan yang kadang tidak disadari sebelumnya. Sebagai contoh, berdasarkan pengalaman, dosen kadang telah merasa total dalam melaksanakan perkuliahan di kelas. Semua kemampuan dan pengetahuan dibelajarkan pada mahasiswa dengan harapan mahasiswa dapat mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan. Tetapi hal ini tidak sesuai dengan pencapaian hasil belajar yang diperoleh mahasiswa. Data Hasil tes menunjukkan banyak mahasiswa yang belum mencapai hasil belajar sebagaimana yang diharapkan. Diduga kuat mahasiswa mengalami kesulitan belajar. Kesulitan belajar yang dialami mahasiswa hendaknya diidentifikasi oleh dosen sedini mungkin agar segera dapat direncanakan program pembelajaran (termasuk penguatan materi) yang sesuai. Kesulitan belajar yang dialami mahasiswa tentu bervariasi, baik macam maupun penyebabnya. Menurut Surya dan Amin[1], terdapat gejala yang mengindikasikan mahasiswa mengalami kesulitan belajar, beberapa diantaranya, menunjukkan perolehan hasil belajar yang rendah, tidak seimbang hasilnya yang dicapai dengan usaha yang telah dilakukan dan lambat dalam melakukan tugas kegiatan belajar. Salah satu cara untuk mengetahui kesulitan belajar mahasiswa adalah dengan menganalisis hasil jawaban mahasiswa.

Metode serupa juga digunakan oleh Physics Education Research Group (PER) yang dipelopori oleh Lilian C. McDermott, hampir selama dua dekade, untuk menyelidiki pemahaman konsep dan kesulitan konseptual yang dialami oleh mahasiswa[2]. Dua metode yang digunakan oleh PER, yaitu wawancara demonstrasi individu (individual demonstration interview) dan studi deskriptif melalui tes tertulis (written tests)[2],[3]. Pengamatan dan interaksi dengan mahasiswa di dalam kelas juga memberi informasi mendalam tentang bagaimana mahasiswa belajar dengan baik.

Kenyataan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan pada konsep gerak parabola, bertolak belakang dengan pengamatan selama pembelajaran. Selama proses perkuliahan, hasil pengamatan langsung menunjukkan bahwa mahasiswa cukup paham dengan konsep gerak parabola yang disampaikan. Sebagian besar mahasiswa tampak bisa mengikuti perkuliahan dan menerima materi yang sedang dipelajari. Hal ini dibuktikan dengan apabila dosen mengajukan pertanyaan konseptual untuk mengecek pemahaman mahasiswa saat itu, mahasiswa bisa menjawab.

Akan tetapi, indikasi kesulitan mahasiswa mulai nampak dalam kegiatan responsi. Selain untuk menguatkan konsep, kegiatan responsi memang sengaja diperuntukkan untuk merespon

kesulitan mahasiswa dalam memahami materi Fisika Dasar yang telah dipelajari sebelumnya. Tetapi, kadang mahasiswa kurang mampu menyatakan letak kesulitan yang dialami secara eksplisit dan spesifik. Bahkan tak jarang ketika dosen meminta mahasiswa untuk menyatakan kesulitan yang dialami, mahasiswa tidak menjawab. Tentu saja respon mahasiswa ini mengindikasikan dua kemungkinan, apakah mereka sudah paham atau belum. Hal inilah yang mesti ditelusuri lebih jauh oleh dosen.

Penelitian ini difokuskan pada pencapaian hasil belajar perkuliahan Fisika Dasar 1. Data di lapangan menunjukkan masih ditemukannya pencapaian hasil belajar yang kurang optimal pada perkuliahan Fisika Dasar 1. Data skor yang diperoleh mahasiswa di perkuliahan Fisika Dasar 1, sebagai contoh Tes Unit 1 rata-rata nilai mahasiswa 53 (skala maksimal 100) pada tahun akademik 2013/2014 dan 49 pada tahun akademik 2014/2015. Materi Tes Unit 1 Fisika Dasar 1 meliputi sistem pengukuran, vektor dan skalar, gerak satu dimensi dan gerak dua dimensi. Analisis lebih lanjut pada lembar jawaban mahasiswa ditemukan dominasi terbesar kesalahan mahasiswa adalah pada materi gerak dua dimensi yaitu gerak parabola. Hampir 67 % mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep gerak parabola. Konsep gerak parabola merupakan konsep yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari baik dari segi teoritis maupun praktis [4]. Dari segi teoritis, konsep parabola masuk dalam konsep kinematika dalam cakupan materi Fisika SMA, sedangkan di perkuliahan konsep parabola masuk dalam bagian kinematika gerak dua dimensi. Segi praktis, hampir semua benda yang bergerak membentuk lintasan parabola, misalnya gerak peluru, gerak bola dalam pertandingan sepak bola, volly, bulutangkis, dan sebagainya. Sehingga konsep ini begitu penting untuk dikuasai mahasiswa calon guru Fisika.

Berdasarkan data di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesulitan-kesulitan mahasiswa dalam mempelajari konsep gerak parabola

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif analitik yang menggambarkan kesulitan konseptual yang dialami mahasiswa pada konsep gerak parabola. Subjek penelitian sebanyak 82 mahasiswa semester genap tahun akademik 2013/2014 dan 79 mahasiswa pada tahun akademik 2014/2015 mahasiswa calon guru Fisika mengambil mata kuliah Fisika Dasar I di salah satu LPTK Bandung, Jawa Barat.

Pengumpulan data menggunakan instrumen tes berbentuk uraian yang digunakan di Tes Unit 1 Fisika Dasar 1. Materi Tes Unit 1 Fisika Dasar 1 meliputi sistem pengukuran, vektor dan skalar,

gerak satu dimensi dan gerak dua dimensi. Gerak parabola merupakan bagian dari gerak dua dimensi. Analisis data hanya difokuskan pada soal gerak parabola saja tidak keseluruhan soal Tes Unit 1 Fisika Dasar 1.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan analisis pada jawaban mahasiswa untuk konsep gerak parabola ditemukan beberapa kesalahan mahasiswa dalam memahami konsep gerak parabola. Secara umum kesalahan mahasiswa dalam memahami konsep gerak parabola disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi kesalahan konsepsi mahasiswa dalam memahami konsep gerak parabola

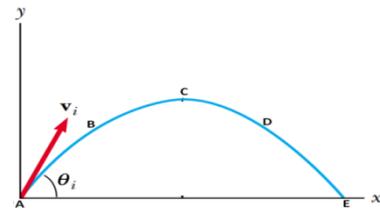
No	Aspek Kesalahan Konsepsi Mahasiswa	Persentase Jawaban yang salah (%)
1	Menggambaran vektor kecepatan, komponen kecepatan dalam arah x (horizontal) berubah besarnya seiring dengan perubahan besar komponen kecepatan dalam arah y (vertikal)	39
2	Kecepatan benda nol di puncak	33
3	Percepatan dimiliki oleh benda dalam arah x maupun y	27
4	Membedakan vektor kecepatan, vektor komponen kecepatan, komponen vektor kecepatan dalam arah x dan y	42
5	Terfokus pada hapalan rumus waktu yang ditempuh peluru untuk lintasan setengah parabola, tinggi maksimum, jarak terjauh maksimum, dan sulit menerapkan pada situasi baru yang berbeda kondisinya	54
6	selalu beranggapan kecepatan akhir benda yang bergerak parabola ketika menyentuh tanah selalu nol	43
7	Beberapa mahasiswa menggunakan aturan sinus cosinus segitiga pada penentuan jarak/ ketinggian dan sebaliknya	29

Analisis Kesulitan Mahasiswa

Pada bagian berikut akan dianalisis untuk setiap kesulitan mahasiswa

Pertama, menggambaran vektor kecepatan, komponen kecepatan dalam arah x (horizontal) berubah besarnya seiring dengan perubahan besar komponen kecepatan dalam arah y (vertikal). Hal ini didasarkan pada jawaban siswa dalam menjawab soal berikut.

Sebuah benda dilemparkan sehingga membentuk lintasan parabola seperti gambar berikut.



- Gambarkan vektor kecepatan, vektor komponen kecepatan dalam arah x dan untuk posisi A,B,C,D dan E.
- Berapakah besar kecepatan di titik C (puncak parabola) ?
- Tentukan besar dan arah percepatan di titik C (puncak parabola) ?

Jawaban mahasiswa untuk soal a). banyak yang menggambar vektor kecepatan dalam arah sumbu x berkurang pada saat benda bergerak ke atas sama halnya seperti kecepatan benda dalam arah sumbu y. Padahal seharusnya vektor kecepatan dalam arah sumbu x tetap (Gerak Lurus Beraturan). Hal yang berbeda ditemukan ketika wawancara kepada dua orang mahasiswa. Mereka mengetahui dan hafal bahwa gerak parabola merupakan perpaduan antara gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) . GLB dalam arah horizontal (sumbu x) , sedangkan GLBB dalam arah vertikal (sumbu y). Tetapi, diduga mereka hanya menghafal tanpa memahami konsepnya.

Kedua, sebanyak 33% mahasiswa mempunyai konsepsi bahwa kecepatan benda di titik tertinggi adalah nol. Konsepsi ini jelas keliru. Sebab kecepatan dipuncak sama dengan nol pada gerak parabola hanya berlaku untuk komponen kecepatan dalam arah y. Sedangkan komponen kecepatan dalam arah x tidak nol [5] . Besarnya kecepatan dalam arah x di titik puncak sama dengan di titik lainnya karena kecepatan dalam arah x konstan (GLB). Anggapan ini juga dilandasi dengan pemahaman bahwa benda berhenti sesaat ketika di puncak, sebelum akhirnya kembali bergerak ke bawah. Mereka menganalogikan kondisi gerak parabola dengan gerak vertikal.

Ketiga, pemikiran yang keliru ditemukan adalah percepatan dimiliki oleh benda dalam arah x maupun y. Hal ini merupakan dampak sistemik dan

terintegrasi dari temuan yang pertama. Ada pandangan bahwa benda mengalami perlambatan setiap saat sebesar percepatan gravitasi di setiap titik. Padahal yang harus diperhatikan, adanya percepatan sebesar percepatan gravitasi hanya dalam arah vertikal dan bukan pada arah horizontal, jadi sebenarnya dalam arah horizontal tidak ada percepatan karena kecepatannya konstan [9].

Temuan ke-4 sampai ke-7 diperoleh dari jawaban mahasiswa dalam menjawab soal berikut.

Sebuah bola ditembakkan dari tanah ke udara. Pada ketinggian 9,1 meter kecepatannya adalah $v = 7,6 \hat{i} + 6,1 \hat{j}$ m/s.

- 1) Tentukan vektor komponen kecepatan, komponen vektor kecepatan dalam arah x dan y pada ketinggian 9,1 meter?
- 2) Nyatakan kecepatan dan posisi benda sebagai fungsi waktu?
- 3) Apakah di ketinggian 9,1 meter bola sudah mencapai ketinggian maksimumnya? Mengapa? Jelaskan!
- 4) Berapakah ketinggian maksimum yang dan jarak horizontal terjauh yang dicapai bola?
- 5) Berapakah besar kecepatan bola tepat sesaat sebelum menyentuh tanah? Hitung pula besar sudutnya diukur dari arah horizontal!

Keempat. Analisis jawaban mahasiswa pada soal 1), mahasiswa masih kebingungan terkait vektor kecepatan, vektor komponen kecepatan, komponen vektor kecepatan dalam arah x dan y. Hal ini terlihat sekitar 42 % mahasiswa salah, kesalahannya sebagian tertukar jawaban sebagian lagi kosong tidak di jawab. Mahasiswa masih tertukar antara istilah vektor komponen kecepatan dengan komponen vektor kecepatan dalam arah x dan y.

Kelima, sekitar 54 % mahasiswa belum bisa menurunkan persamaan penentuan kecepatan dan posisi setiap saat. Mahasiswa terlalu terpaku dengan posisi ekstrim, seperti perumusan ketinggian maksimum, jangkauan terjauh. Ketika situasi lain ditanyakan, ternyata tidak bisa. Padahal idealnya, ketika memahami gerak parabola merupakan perpaduan GLB dan GLBB harusnya bisa menguraikan kecepatan dan posisi setiap saat (sebagai fungsi waktu) dari perumusan GLB dalam arah x dan GLBB dalam arah y. Temuan berikutnya, mahasiswa kesulitan menentukan posisi dan kecepatan ketika ketinggian benda tidak sama dengan nol, misalkan benda yang dilemparkan dari sebuah gedung yang mempunyai ketinggian tertentu.

Keenam, sebagian besar mahasiswa selalu beranggapan kecepatan akhir benda yang bergerak parabola ketika menyentuh tanah selalu nol. Padahal ketika menyentuh tanah, benda masih

mempunyai kecepatan. Buktinya seandainya benda menyentuh pasir (bukan tanah keras) benda masih terus bergerak ke bawah sebelum ujungnya berhenti di kedalaman pasir tertentu. Konsepsi keliru mahasiswa ini dilatarbelakangi anggapan bahwa setelah menyentuh tanah benda diam, padahal ini kasus khusus, seandainya tanahnya keras kemungkinan terbesar pasti benda tersebut akan memantul yang menunjukkan sesaat sebelum menyentuh tanah benda mempunyai kecepatan [8].

Ketujuh, kekeliruan terakhir mahasiswa adalah menggunakan aturan sinus cosinus segitiga pada penentuan jarak/ ketinggian dan sebaliknya. Padahal penentuan jarak/ketinggian berdasarkan informasi kecepatan.

Sebagai contoh, seandainya ada sebuah benda yang bergerak dengan membentuk sudut elevasi θ dan mencapai ketinggian maksimum h_m maka, jangkauan terjauh mereka rumuskan

$$\tan \theta = \frac{h_m}{x} \rightarrow x = \frac{h_m}{\tan \theta} \rightarrow x_m = 2x = \frac{2h_m}{\tan \theta}$$

Perumusan ini jelas keliru, karena idealnya jangkauan terjauh ditentukan (salah satu cara) dengan menerapkan perumusan untuk GLB dengan mensubstitusi waktu (t) yang diperoleh dari persamaan GLBB untuk ketinggian maksimum dengan mengeset kecepatan dalam arah y di puncak sama dengan nol [9].

4. Simpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah disajikan, dapat disimpulkan beberapa temuan terkait kesulitan belajar mahasiswa dalam memahami konsep gerak parabola. Pertama, menggambarkan vektor komponen dalam arah x (horizontal) dan y (vertikal). Kedua, membedakan vektor kecepatan, vektor komponen kecepatan, komponen vektor kecepatan dalam arah x dan y. Ketiga, terfokus pada hapalan rumus waktu yang ditempuh peluru untuk lintasan setengah parabola, tinggi maksimum, jarak terjauh maksimum. Keempat, selalu beranggapan kecepatan akhir benda yang bergerak parabola ketika menyentuh tanah selalu nol. Kelima, kecepatan benda nol di puncak (padahal hanya kecepatan dalam arah vertikal yang nol). Keenam, percepatan dimiliki oleh benda dalam arah x maupun y. Ketujuh, ditemukan beberapa mahasiswa menggunakan aturan sinus cosinus segitiga pada penentuan jarak/ ketinggian dan sebaliknya (padahal penentuan jarak/ketinggian berdasarkan informasi kecepatan)

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam penelitian ini, terutama mahasiswa Departemen pendidikan Fisika

mahasiswa semester genap tahun akademik 2013/2014 dan mahasiswa pada tahun akademik 2014/2015 yang mengontrak mata kuliah fisika dasar 1 Universitas Pendidikan Indonesia dan yang telah banyak memberikan kontribusi pada penelitian ini.

Daftar Acuan

- [1] Surya, M., Amin, M. Pengajaran Remedial. Jakarta, Depdikbud (1984).
- [2] Heron, P.R.L., McDermott, L.C. Bridging the gap. Between teaching and learning in geometrical optics. *Optics & Photonics News*, Sept. (1998), p. 30-36.
- [3] McDermott, L.C. Improving the teaching of science through discipline-based education research: An example from physics. *Eur. J. Sci. Math. Ed.* 1(1). (2013), p. 1-12.
- [4] Refik Dilber, dkk. High school students' understanding of projectile motion concepts. *Educational Research and Evaluation*. Vol. 15, No. 3, June 2009, 203–222.
- [5] Van Heuvelen, A. Overview Case Study Physics. *Am. J. Phys.* 59(10). (1991), p. 898-907.
- [6] Aiello-Nicosia M L and Sperandeo-Mineo R M 2000 *Int. J. Sci. Educ.* 22 1085-1097
- [7] Stohr-berburu P M 1996 *J. Res. Sci. Teach.* 33 101-109
- [8] Meltzer D E dan Manivannan K 2002 *Am. J. Phys.* 70 639-654
- [9] Tipler P A 1991 *Physics untuk Ilmuwan dan Engineers* 3rd ed (Publisher, NY)

