

**Makalah
Pendamping**

**Transformasi dan
Inovasi Pembelajaran
Di Era Digital**

E-ISSN : 2830-4535

Memorizing Formulas: The Phenomenon of Students' Ability in Solving Parabolic Motion Problems

Dyah Ambarwati¹, Jeffry Handhika², Erawan Kurniadi^{3*}

^{1,2,3}Universitas PGRI Madiun, Universitas PGRI Madiun, Madiun 63110, Indonesia

e-mail: ¹ 1802112008@mhs.unipma.ac.id ; ² jhandhika@unipma.ac.id;

³ erawan@unipma.ac.id

Abstrak

Banyak siswa bahkan guru menyebut persamaan dengan istilah rumus. Rumus terkesan harus dihafalkan, sebaliknya persamaan terkesan tidak wajib dihafal tetapi dipahami. Siswa yang hafal rumus tetapi tidak paham, umumnya hanya bisa mengerjakan dengan benar soal berbentuk *plug and chug*, namun gagal dalam soal analisis. Siswa ranking 1, 2, 3 di kelas lazimnya lebih paham konsep dan hafal banyak rumus serta disiplin dalam menerapkan pola penyelesaian soal seperti yang diajarkan gurunya. Pola yang sering digunakan yaitu: diketahui, ditanya, dan jawab (D2J). Sangat jarang siswa yang menyelesaikan soal tanpa pola D2J. Penelitian dalam artikel ini mengungkapkan apakah siswa yang terbiasa menggunakan pola D2J bisa menyelesaikan soal gerak parabola berbentuk analisis. Penelitian dilaksanakan pada salah satu SMA Negeri Level Kecamatan di Kabupaten Magetan dengan enam responden siswa peringkat 1, 2, 3. Pengumpulan data menggunakan tes dan wawancara tidak terstruktur. Hasil penelitian menunjukkan: a) semua responden mengerjakan dengan pola D2J, b) 5 dari 6 responden hafal rumus dasar gerak parabola, namun gagal menyelesaikan soal dengan cara analisis, c) 3 dari 6 siswa hanya dapat mengerjakan dua soal dengan benar, sedangkan 2 siswa lainnya mengerjakan 1 soal dengan benar dari lima soal, namun semuanya dengan cara *plug and chug* (bukan analisis).

Kata kunci : *Rumus, Persamaan, Pemahaman Siswa, Gerak Parabola*

Pendahuluan

Mata pelajaran fisika sering dianggap sulit untuk dipahami oleh sebagian siswa menengah atas (Dewi Sasmita Pasaribu et al., 2017). Salah satu materi yang dianggap sulit adalah materi gerak parabola, gabungan gerak lurus beraturan (GLB) pada sumbu horizontal dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) pada sumbu vertikal (Putu Artawan, 2014). Pembelajaran yang sering digunakan yaitu ceramah, latihan soal dan penugasan. Ceramah yang dimaksud hanya menjelaskan konsep-konsep fisika berupa rumus matematik (Lindenfeld, 2002), menyebabkan siswa mudah dalam menyelesaikan soal yang berhubungan matematik. Namun kesulitan dalam soal yang membutuhkan pemahaman konsep fisika (Januarifin & Hidayat, 2017).

Fakta di lapangan, guru dan siswa banyak yang menyebutkan persamaan dengan istilah rumus. Penggunaan istilah rumus terkesan wajib untuk dihafalkan. Jika

menggunkan istilah persamaan kesannya tidak wajib dihafal tetapi dipahami. Dalam satu konsep fisika terdapat banyak persamaan yang ditulis dengan berbagai bentuk, tergantung konteksnya atau permasalahan. Siswa merasa paham dengan konsep fisika apabila berhasil menyelesaikan perumusan matematik, padahal fisika berbeda dengan matematik. Fisika menjelaskan hubungan dasar dan matematika menemukan asumsi dasar (C.A Manouge, 2006). Ketika belajar fisika tidak sekedar tahu (*knowing*), hafal (*memorizing*) dan paham (*understanding*), tetapi mampu menghubungkan keterkaitan suatu konsep dengan lainnya (Kulsum et al, 2014). Siswa yang mencoba menghafalkan konsep-konsep dan rumus-rumus fisika tanpa mendalami makna fisisnya akan kesulitan dalam mempelajari fisika (Hammer,1994)

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) rumus merupakan ringkasan atau patokan cara dimana penulisannya dilambangkan dengan angka atau huruf sedangkan persamaan berupa simbol atau variabel yang memiliki nilai yang sama. Siswa yang terbiasa mengerjakan soal fisika dengan pola diketahui, ditanya dan jawab (D2J) diprediksi akan mengalami kesulitan saat mengerjakan soal fisika berbentuk analisis dan memerlukan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Siswa juga diprediksi akan mengalami kesulitan ketika mengerjakan soal yang berbeda sama sekali dengan contoh soal yang mereka jumpai di buku atau dicontohkan oleh guru. Banyak soal dalam materi gerak parabola yang membutuhkan kemampuan analisis dalam penyelesaiannya, sehingga kemungkinan besar siswa yang hanya terbiasa menyelesaikan soal dengan pola D2J tidak dapat menyelesaikan dengan benar. Menurut walsh er al (2007) dan brad (2011) siswa yang mengerjakan soal dengan pola *plug and chug* dan *memory base* ketika diberikan soal berbentuk analisis yang memerlukan kemampuan berfikir tingkat tinggi akan mengalami kesulitan.

Beberapa penelitian yang membahas mengenai pemecahan masalah salah satunya menggunakan langkah penyelesaian polya dengan empat tahapan penyelesaian 1) memahami masalah 2) membuat rencana 3) melaksanakan rencana 4) memeriksa kembali. Penelitian (Alvinda et al., 2021). menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah fisika materi gerak parabola siswa sma tergolong rendah dengan presentase 54,5 kesalahan siswa tertinggi pada tahap memeriksa kembali sebesar 67,7%. Penelitian (sekartaji, 2022) menunjukkan hasil subjek dengan kemampuan tinggi berhasil dalam mencari solusi pemecahan masalah dengan benar. Berbagai penelitian yang membahas mengenai pemecahan masalah hanya menunjukkan presentasi dan responden dibagi menjadi kemampuan tinggi, sedang dan rendah. Maka peneliti akan melakukan penelitian dengan responden tinggi peringkat 1, 2, 3 dengan menganalisis mendalam tiap butir soal.

Hafal rumus belum tentu bisa mengerjakan soal fisika dengan benar, hafal konsep pun diprediksi belum bisa menyelesaikan soal dengan tepat. Apakah prediksi tersebut akan terbukti? Untuk membuktikan benar atau tidaknya prediksi-prediksi yang telah disampaikan diperlukan instrumen berupa tes soal urian, kelebihan soal berbentuk uraian dalam pelaksanaan sebuah evaluasi dapat mengukur kemampuan siswa dalam menyusun pikiran, menganalisis permasalahan, menguraikan sesuatu dan mengungkapkan sebuah ide secara mendetail yang dijelaskan dalam bentuk tulisan (Aswar 1993). Dengan soal berbentuk analisis dan memerlukan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam penyelesaiannya diharapkan soal uraian tersebut mampu untuk mengetahui apakah siswa yang terbiasa menyelesaikan soal menggunakan diketahui, ditanya dan jawab (D2J) dan kebiasaan hafal rumus dapat menyelesaikan sebuah soal.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengungkap fenomena (*expost facto*) kemampuan siswa yang terbiasa mengerjakan dengan pola diketahui, ditanya dan jawab (D2J) saat mengerjakan soal analisis. Penelitian dilaksanakan pada salah satu Sekolah Negeri Level Kecamatan yang berada di Kabupaten Magetan Tahun 2021/2022. Teknik pengambilan data menggunakan *purvosive sampling* berdasarkan tujuan. Responden

penelitian terdiri oleh enam siswa, masing-masing dipilih berdasarkan peringkat 1, 2, dan 3 dari kelas X IPA 4 dan kelas X IPA 5. Instrumen pengumpulan data berupa soal tes uraian berjumlah lima soal terdiri dari empat soal analisis menggunakan angka, dan satu soal analisis tanpa menggunakan angka. Instrumen soal tes uraian telah divalidasi oleh lima validator ahli dan dilakukan uji instrumen menggunakan CVR dan CVI. Hasil uji validasi menunjukkan nilai CVR sebesar 1. Dan CVI juga sebesar 1. Soal tes uraian diujikan kepada siswa dengan pengerjaan soal selama 90 menit, dilanjutkan dengan wawancara tidak terstruktur. Data yang telah diperoleh selama penelitian dianalisis perbutir soal berdasarkan jawaban siswa dan didukung oleh data wawancara untuk mendapatkan informasi yang mendalam guna menarik kesimpulan. Dalam menganalisis data, menggunakan kerangka berpikir analisis model interaktif yang terdiri dari tiga tahapan analisis data: a) reduksi data, b) paparan data, c) penarikan kesimpulan dan verifikasi data

Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan dalam penelitian ini disajikan dengan cara deskriptif. Tidak semua hasil penelitian disajikan dalam artikel ini. Hasil penelitian yang disajikan dipilih beberapa momen esensial yang mewakili tema.

Tabel 1. Profil jawaban siswa

No Soal	Jumlah siswa yang menjawab benar dengan analisis yang tepat	Jumlah siswa yang menjawab benar namun tidak dengan analisis yang tepat	Jumlah siswa yang menjawab salah
1	1	2	3
2	-	-	6
3	-	-	6
4	1	1	4
5	1	1	4

Soal nomer 1:

Ronaldo melakukan tendangan bebas terhadap bola yang berada 16,8 meter didepan gawang lawan. Sesaat setelah ditendang, bola melesat dengan kecepatan 14 m/s membentuk sudut 53° terhadap permukaan lapangan. Jika gawang memiliki tinggi 2,44 meter, dan percepatan gravitasi di tempat itu $9,8 \text{ m/s}^2$. Apakah bola mengarah ke dalam gawang ataukah melesat di atas gawang?

Diket: $x = 16,8 \text{ m}$ (jarak yang ditempuh)
 $\theta = 53^\circ$
 $v_0 = 14 \text{ m/s}$
 $y = 2,44 \text{ m}$
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
 $\cos 53^\circ = 0,6$
 $\sin 53^\circ = 0,8$

→ mencari t terhadap arah x

$$x = v_0 \cos \theta \cdot t$$

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \theta} = \frac{16,8}{14 \cdot 0,6} = \frac{16,8}{8,4} = 2$$

$$t = 2$$

→ mencari t terhadap arah y

$$y = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$2,44 = 14 \cdot 0,8 \cdot 2 - \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot 2^2$$

$$2,44 = 22,4 - 19,6$$

$$2,44 = 2,8 \text{ m}$$

↳ bola melesat (tidak masuk gawang)

Gambar 1. Jawaban WIL

Wil mampu mengidentifikasi permasalahan pada soal dan menuliskan informasi dengan pola diketahui, ditanya dan jawab. Deskripsi ke dalam bentuk gambar yang disajikan belum menunjukkan bahwa dia memahami konsep gerak parabola (gambar 1). Terlihat Wil tidak menguraikan kecepatan menjadi komponen arah horizontal dan vertikal

(Situmeang, Sudjito, & Wibowo, 2019). Siswa yang paham pasti bisa mendeskripsikan gerak parabola ke dalam bentuk gambar dengan benar. Wil terlihat dapat menentukan persamaan dan langkah-langkah penyelesaian dengan benar. Dia juga telah memasukan angka ke dalam persamaan gerak parabola menggunakan persamaan posisi pada sumbu x (arah horizontal) dan sumbu y (arah vertikal). Sebenarnya siswa ini mampu menyelesaikan soal hingga akhir dengan benar dan dapat menarik sebuah kesimpulan bahwa bola meleset diatas gawang, namun prosesnya belum menunjukkan kemampuan menganalisis. Selain itu, penyelesaian matematis yang dilakukan belum benar.

Transkrip wawancara:

- P : Apa yang kamu ketahui tentang materi gerak parabola?
- Wil : Gerak yang bersumbu pada sumbu x dan sumbu y, geraknya membentuk melengkung, membentuk parabola. Juga gabungan dari GLB dan GLBB
- P : Sebutkan faktor apa saja yang mempengaruhi ketinggian maksimum gerak parabola?
- Wil : Kecepatan dan gravitasi
- P : Kecepatan suatu benda pada gerak parabola terhadap sumbu x dan sumbu y bagaimana, jelaskan!
- Wil : kecepatan sumbu x konstan dan sumbu y berubah-ubah
- P : Apa saja komponen pada GLB dan GLBB
- Wil : GLB hanya kecepatan, GLBB ada percepatan.
- P : Coba tuliskan hubungan V_0 dan V_{0y}
- Wil : Maksudnya gimana bu?
- P : Apakah km bisa menunjukkan posisi benda saat V_0 dan V_{0y} ?
- Wil : V_0 di posisi awal dan V_{0y} arah sumbu y
- P : Lalu tuliskan hubungannya.
- Wil : Maaf bu saya tidak paham.
- P : Tuliskan analisis vektor tiap titik pada lintasan gerak parabola
- Wil : Titik A ini kecepatan awal. Titik B ini kecepatan benda sudah berubah. Titik C benda ada di titik tertinggi kecepatannya 0 diam.
- P : Jelaskan gambar yang kamu buat.
- Wil : Jadi saya menggambar lintasan dulu bu, sumbu x dan y, selanjutnya saya menuliskan apa saja yang ada pada soal kedalam gambar, Jaraknya 16,8 meter, kecepatannya 14m/s dan sudutnya 53° .
- P : jelaskan bagaimana kamu menyelesaikan soal ini?
- Wil : kan gerak parabola itu gabungan GLB dan GLBB jadi saya menuliskan persamaannya dan memasukan angka.
- P : apakah hanya seperti itu?
- Wil : iya bu, karena saya awalnya bingung gimana mengerjakannya karena guru tidak menjelaskan cara penyelesaian soal yang analisis begini.
- P : yakin? Coba sebutkan persamaan gerak parabola yang kamu ketahui!
- Wil : saya tahu rumus sumbu x dan y bu, sama itu ketinggian maksimum benda.
- P : jelaskan
- Wil : sumbu x menggunakan cos sumbu y menggunakan sin. Tetapi saya tidak tahu sin dari mana dan cos berasal darimana. Sumbu $x = V_0 \cos \theta$ sumbu $y = V_0 \sin \theta$.
- P : kamu menyebutkan persamaan arah sumbu x dengan seperti itu, bagaimana kamu bisa menuliskan $x = V_0 \cos \theta \cdot t$
- Wil : untuk mencari ketinggian bola bu. Jadi kan disoal itu diketahui arah sumbu x dan y jadi saya menganalisis dahulu sumbu x dan memasukan angka dan persamaan sumbu y karena mencari tinggi. Setelah itu tinggi gawangnya kan 2,44 m dan hasilnya 2,8 jadi meleset. Sepertinya saya sudah pernah mengerjakan soal ini karena saat mengerjakan soal OSN bu.
- P : apakah kamu yakin dengan jawaban ini dan sudah memeriksa kembali jawaban

yang kamu tuliskan?
 Wil : yakin bu saya tidak memeriksa kembali.

Sesuai transkrip wawancara, Wil berusaha merepresentasikan soal ke dalam gambar. Jawaban soal tes (gambar 1) juga menunjukkan hal yang demikian walaupun representasi soal dalam bentuk gambar kurang tepat. Wil mengerjakan soal dengan cara *plug and chug* yaitu memasukkan angka ke dalam persamaan yang sudah dituliskan, walaupun belum dapat melakukan hitungan matematis dengan benar. Hal tersebut membuktikan bahwa Wil tahu konsep gerak parabola, namun belum benar-benar paham konsep gerak parabola. Wil tahu bahwa gerak parabola adalah gabungan GLB dan GLBB, namun secara eksplisit dia menyatakan terbiasa menyelesaikan soal fisika dengan pola *plug and chug* tanpa mengalisis terlebih dahulu. Persamaan gerak parabola arah horizontal dan arah vertikal disebutkan dengan benar. Langkah Wil dalam mengerjakan soal dengan mencari ketinggian terlebih dahulu menggunakan persamaan arah horizontal dan arah vertikal. Dalam transkrip wawancara terlihat Wil dapat menyelesaikan soal dengan benar karena dia pernah mengerjakan soal tersebut pada saat mengerjakan soal OSN. Wil tidak benar-benar paham, dia hanya menuliskan persamaan dan memasukkan angka. Berdasarkan kesimpulan Wil yang menyatakan bola meleset karena posisi bola lebih tinggi dari gawang menunjukkan sebenarnya Wil paham maksud dari soal, namun proses analisis tidak dilakukan dalam menyelesaikan soal (Wibowo & Sunarti, 2020) Berdasarkan jawaban dan wawancara dapat dikatakan bahwa wil tidak benar-benar paham tentang konsep gerak parabola. Siswa dapat mengerjakan soal dengan benar bukan karena paham, tetapi Wil pernah mengerjakan soal yang serupa.

$g = 9,8 \text{ m/s}^2$
 ditelit : $\alpha = 53^\circ$
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
 $V_0 = 14 \text{ m/s}$
 $x = 14,8$
 $h \text{ gawang} = 2,44$

Jawab : $x = V_0 \cos \theta \cdot t$
 $= 14 \cdot \cos 53^\circ \cdot t$
 $= 14 \cdot 0,6$
 $= 8,4$

$y = V_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$
 $= 14 \cdot \sin 53^\circ \cdot 8,4 - \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot 8,4^2$
 $= 14 \cdot 0,8 \cdot 8,4 - 5 \cdot 70,5$
 $= 94,08 - 352,5$
 $= -258,42$ (tidak meleset ktn -)

Gambar 2. Jawaban REH

Reh dapat mengidentifikasi masalah pada soal dan menuliskan informasi dengan pola diketahui, ditanya dan jawab. Jawaban sudah mendeskripsikan soal kedalam bentuk gambar, namun gambar yang ditampilkan belum menunjukkan paham konsep gerak parabola. Terlihat gambar belum menguraikan kecepatan ke arah horizontal dan arah vertikal juga tidak memberikan simbol arah vektor. Reh terlihat dapat menentukan persamaan dan langkah-langkah namun kurang tepat. Persamaan gerak parabola arah horizontal kurang tepat, sedangkan arah vertikal sudah benar namun mengalami kesalahan hitung.

Transkrip wawancara :

- P : Apa yang kamu ketahui tentang materi gerak parabola?
 Reh : Gerak itu perpindahan jadi berbentuk lintasannya seperti parabolik seperti ring basket. Gabungan dari gerak GLB dan gerak GLBB.
 P : Gambarkan lintasan gerak parabola dan bagaimana hubungan antara V_0 dan V_{0y}
 Reh : Gambar lintasannya seperti ini bu, maksud nya bagaimana bu saya kurang paham.
 P : coba sebutkan persamaan awal benda terhadap sumbu x dan y pada gerak parabola

Reh: $x = V_0 \cos \theta$
 $y = V_0 \sin \theta$

P : apakah kamu dapat menggambarkan lintasan gerak parabola beserta analisis vektornya?

Reh : tidak bu, tapi saya akan mencoba. Jadi lintasanya sumbu y itu gerak GLBB dan sumbu x gerak GLB. Kemudian lintasanya berbentuk parabola bu. Untuk kecepatan benda di awal ada di posisi awal 0 kemudian yang mendarat ini horizontal dan keatas vertikal. Kemudian untuk titik tertingginya benda dalam keadaan diam tidak ada kecepatan.

P : apakah kamu yakin bahwa benda di posisi tertinggi tidak memiliki kecepatan?

Reh : iya bu kan $v = 0$

P : baik, kalo begitu apakah km bisa menuliskan hubungan V_0 dan V_{0x}

Reh : tidak bisa bu saya tidak paham bagaimana mencari hubungannya karena tidak pernah disuruh oleh guru.

P : dari soal ini jelaskan bagaimana cara kamu menyelesaikan soal hingga mendapatkan jawaban ini.

Reh : pertama saya menuliskan persamaan sumbu x baru ke sumbu y. awalnya saya agak kebingungan bu. Saya sepertinya sudah pernah mengerjakan soal ini. Akhirnya saya mencoba untuk mengerjakan sebisa saya. Menuliskan $t = V_0 \cos \theta . t$ dan memasukan angka kemudian mendapatkan hasil 8,4 . selanjutnya untuk mencari apakah bola masuk gawang atau meleset saya menggunakan persamaan arah vertikal bu kan mencari tinggi. Jadi saya menuliskan persamaanya dan memasukan angka. Diperoleh hasil -258,42 dan bola tidak meleset.

P : apakah kamu yakin dengan jawaban kamu dan memeriksa kembali jawabanya?

Reh : agak ragu bu. Saya tidak memeriksanya karena saya tidak yakin dengan jawaban saya.

P : coba kamu lihat kembali berpa tinggi gawang dan hasil yang sudah km peroleh.

Reh : tinggi gawang 2,44 dan hasil yang diperoleh -258,42

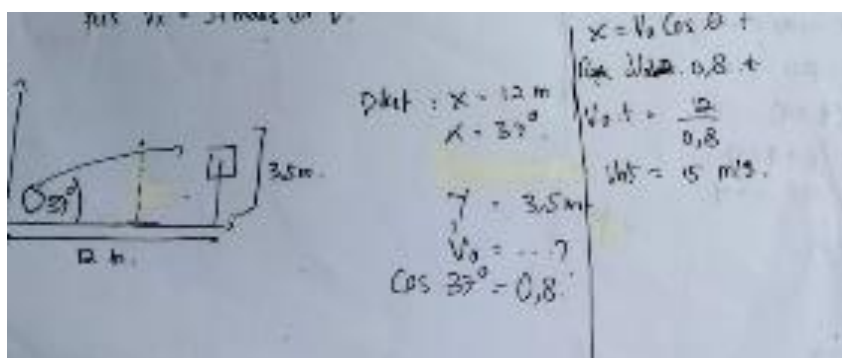
P : jadi apa kesimpulannya?

Reh : tidak meleset karena tanda minus (-)

Transkrip wawancara menunjukkan Reh kurang memahami definisi dasar dari gerak parabola. Dia hanya hafal rumus, namun tidak paham hubungan antara V_0 dan V_{0y} walaupun mampu menyebutkan dengan benar persamaan gerak parabola pada arah sumbu x dan y. Ketika Reh diminta untuk menganalisis komponen gerak parabola, dia mampu menjelaskan namun kurang terperinci dibuktikan dengan Reh tidak menganalisis posisi benda pada setiap titik. Dia tidak paham bahwa saat posisi benda di titik tertinggi masih memiliki kecepatan pada arah horizontal namun kecepatan arah vertikalnya 0. Reh mengerjakan dengan menuliskan persamaan terhadap sumbu horizontal kemudian memasukan angka kedalam persamaan. Dalam menarik kesimpulan, Reh hanya melihat tanda minus. Terlihat dia tidak benar-benar memahami soal dan konsep gerak parabola. Berdasarkan jawaban dan wawancara dapat dikatakan bahwa Reh tidak benar-benar paham tentang permasalahan dalam soal dan konsep gerak parabola.

Soal nomer 3:

Seorang pemain basket melemparkan bola pada jarak 12 meter dari tiang ring basket. Bola tersebut dapat masuk kedalam ring dengan tepat. Jika besar sudut elevasi lemparan bola tersebut 37° . Posisi bola saat dilempar terhadap sumbu x adalah 1,7 meter diatas lantai. dan posisi ring terdapat pada ketinggian 3,5 meter dari permukaan lantai. Maka kecepatan awal lemparan bola tersebut adalah..



Gambar 3. Jawaban siswa WIL

Wil mendeskripsikan soal ke dalam bentuk gambar meskipun gambar yang dibuat oleh belum menunjukkan paham gerak parabola. Komponen kecepatan arah horizontal dan vertikal tidak diuraikan. Wil dapat mengidentifikasi seluruh informasi dalam soal dengan menuliskan diketahui dan ditanya dengan benar. Saat menuliskan jawaban dia hanya mampu menuliskan persamaan pada sumbu horizontal. Ketika Wil diminta untuk mencari kecepatan awal Wil mengalami kesulitan. Wil tidak dapat menuliskan persamaan arah vertikal untuk mengetahui ketinggian posisi bola. Wil mengalami kesalahan dalam merencanakan strategi pemecahan masalah dimana Wil hanya menuliskan persamaan gerak parabola terhadap arah horizontal (gambar 3).

Transkrip wawancara:

P : Coba jelaskan gambar yang sudah kamu buat.

Wil : Ini kan bola dilempar sudutnya 37° terhadap sumbu x dan dilemparkan terhadap sumbu y. posisinya dari lantai kan 1,7 meter. Tinggi ring 3,5 meter.

P : Baik, kemudian apa strategi kamu untuk mengetahui kecepatan awal bola?

Wil : Sebenarnya saya agak bingung kak, kan ini yang ditanyakan kecepatan bola. Jadi saya analisis posisi bola arah sumbu x dan menuliskan persamaanya. Persamaanya itu kan $x = V_0 \cos \theta \cdot t$ jadi saya memasukan angka kedalam persamaan ini.

P : Apakah kamu yakin?

Wil : Agak ragu sih kak, soalnya masa langsung gini tetapi saya bingung nya di tingginya ada 2 sama rumus untuk mencari V_0

P : Baik, untuk V_0 itu ada dimana coba tunjukan.

Wil : V_0 itu ada di awal sini kak diantara sumbu x dan sumbu y.

P : Iya, selanjutnya kamu bisa mengerjakan soal ini

Wil : Masih bingung kak.

Dalam transkrip wawancara terlihat ketika dihadapkan soal yang berbentuk analisis, Wil tidak bisa mengerjakan dengan sempurna karena terbiasa menggunakan cara *plug and chug*. Wil tidak mengetahui persamaan untuk mencari V_0 , sedangkan kecepatan awal diperoleh setelah menganalisis posisi benda terhadap arah horizontal dan vertikal dan mensubstitusikan kedalam persamaan V_{0x} . Akibatnya Wil gagal dalam menyelesaikan soal.

Soal nomer 4:

Sebuah pipa pemadam kebakaran menyemprotkan air dengan besar sudut elevasi 60° . kecepatan air yang keluar dari pipa tersebut 24 m/s. Air mengenai puncak sebuah gedung yang jarak mendatarnya berada sejauh 12 meter dari ujung pipa. Tentukanlah tinggi gedung tersebut!

1) Diket: $\alpha = 60^\circ$
 $v_0 = 24 \text{ m/s}$
 $x = 12 \text{ m}$
 Dit: $h \dots ?$

Jawab: $h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
 $= \frac{24^2 \cdot 60^2}{2 \cdot 10}$
 $= \frac{576 \cdot (0,87)^2}{20}$
 $= \frac{576 \cdot 0,7569}{20}$
 $= 21,7$

Jadi tinggi gedung adalah 25,0

Gambar 4. Jawaban Sha

Dari gambar 4 terlihat Sha mampu mengidentifikasi permasalahan pada soal dan menuliskan informasi yang diketahui dengan benar. Alur penyelesaian dia mengalami kesalahan, dia tidak menganalisis soal terlebih dahulu namun langsung memasukan persamaan posisi benda pada titik tertinggi. Siswa mampu menuliskan persamaan tinggi maksimum benda hal tersebut diduga bahwa Sha hafal rumus.

Transkrip wawancara:

P : Dalam soal ini apa yang ditanyakan?

Sha : Ketinggian.

P : Mencari ketinggian bagaimana ?

Sha : mencari persamaan x , karena persamaan x sudah ketemu baru ke persamaan y . Seperti cara nomer 1.

P : Coba jelaskan soal nomer 4

Sha : Pada soal diketahui jarak mendatar berada sejauh 12 meter bu, kecepatan airnya 24 m/s . sudut nya 60° yang dicari tinggi gedung .

P : Selanjutnya cara kamu menyelesaikan soal dengan apa ?

Sha : Saya langsung menuliskan persamaan tinggi maksimum gedung bu, karena semua ditanya ada dan saya masukan ke persamaan ini. Soalnya saya sudah mengerjakan soal yang seperti ini.

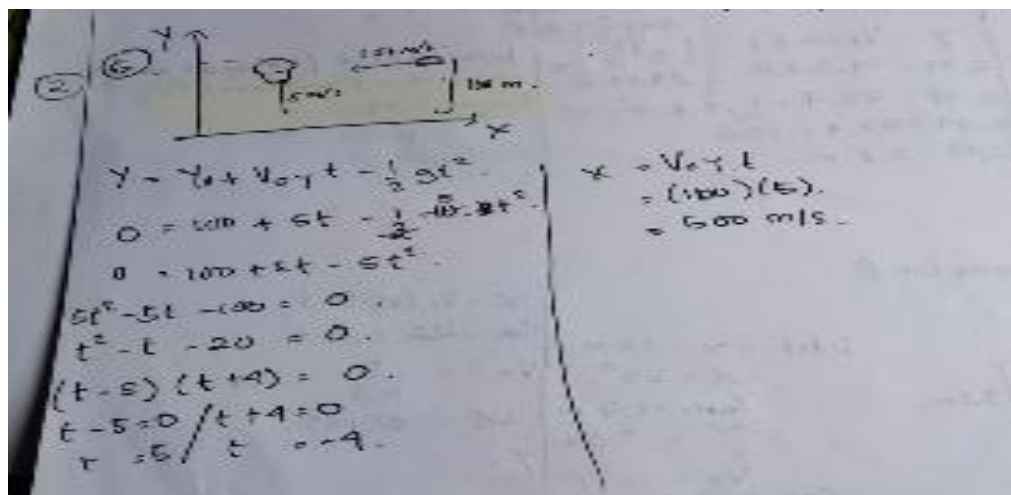
P : Apakah kamu yakin?

Sha : Iya bub.

Sesuai transkrip wawancara, Sha langsung menuliskan persamaan tinggi maksimum. Sha begitu yakin dengan persamaan tersebut, karena pada soal yang ditanyakan adalah tinggi gedung. Hal tersebut membuktikan bahwa Sha menyelesaikan masalah tidak menggunakan pemahaman. Dia pernah mengerjakan soal seperti ini sebelumnya, namun tidak paham bahwa dalam soal nomer 4 ini membutuhkan analisis terhadap sumbu x dan sumbu y . Sesuai jawaban tertulis dan hasil wawancara terlihat Sha terbiasa mengerjakan soal dengan *Plug and Chug* sesuai dengan apa yang diingat.

Soal nomor 5:

Sebuah balon udara naik vertikal keatas dengan kecepatan 5 m/s. Pada ketinggian 100 meter diatas tanah ditembakkanlah sebuah peluru dengan arah mendatar, dengan kecepatan 100 m/s. Jarak horizontal terjauh peluru saat mencapai tanah adalah.



Gambar 5. Jawaban siswa WIL

Jawaban Wil menunjukkan deskripsi soal ke dalam bentuk gambar kurang tepat. Wil tidak menuliskan informasi yang ada dalam soal dan apa yang ditanyakan. Dia menyelesaikan dengan langsung memasukkan angka ke dalam persamaan gerak parabola pada arah vertikal dan persamaan pada arah horizontal. Hitungan matematis dapat diselesaikan dengan benar. Jawaban hingga akhir benar dan dapat menarik sebuah kesimpulan, namun belum menunjukkan kemampuan menyelesaikan soal dengan cara analisis.

Transkrip wawancara:

P : Jelaskan gambar pada soal tersebut.

Wil : pada soal balon udara naik keatas dengan kecepatan 5 m/s arah sumbu y kemudian ditempaikan peluru saat berada 100 meter di atas tanah. Kecepatannya terhadap sumbu x 100m/s dan yang ditanya jarak horizontal.

P : Baik, pada soal nomer 5 ini kenapa kamu mengerjakan terhadap arah sumbu y, padahal soal sebelumnya kamu mengerjakan dengan sumbu x baru sumbu y.

Wil : karena yang diketahui di awal kan kecepatan vertikal kak jadi saya menggunakan persamaan itu. Kebetulan untuk persamaan itu saya hafal baru saya mengerjakan terhadap sumbu x untuk mengetahui jarak horizontalnya.

P : Apabila saya mengerjakan arah sumbu x dulu baru sumbu y, apakah bisa?

Wil : Tidak boleh bu.

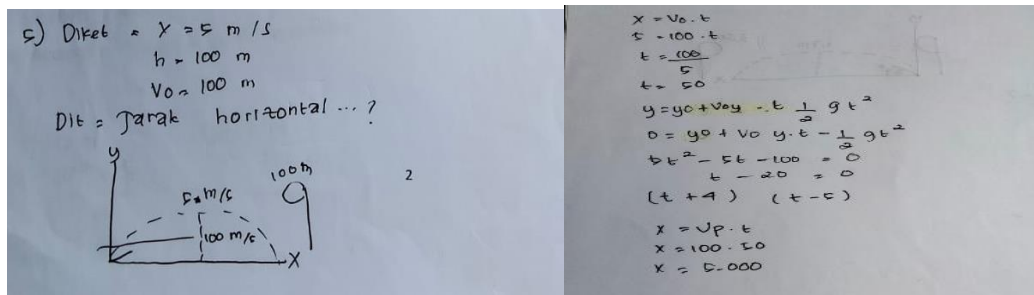
P : kenapa bisa?

Wil : Soalnya nilai y sudah ada bu. Tetapi kurang tahu bu, saya hanya menebak, kalo untuk alasan detail saya kurang paham.

P : Baik, dalam hitungan sistematisnya apakah ada kendala?

Wil : Tidak kak karena angkanya mudah . jadi saya memasukkannya gampang.

Dalam transkrip wawancara, Wil berusaha untuk merepresentasikan soal kedalam gambar. Deskripsi ke dalam bentuk gambar yang dilakukan oleh Wil belum menunjukkan bahwa Wil paham gerak parabola. Gambar tersebut tidak menguraikan kecepatan menjadi komponen arah horizontal dan vertikal. Wil terlihat dapat menentukan langkah-langkah penyelesaian, namun belum menunjukkan kemampuan menganalisis. Wil hanya mampu menuliskan persamaan gerak horizontal dan vertikal kedalam persamaan matematis dan memasukkan angka. Meskipun jawaban akhir benar pada soal nomor 5, namun Wil tidak menunjukkan bahwa dia benar-benar paham.



Gambar 6. Jawaban siswa REV

Siswa menuliskan informasi yang ada dalam soal kedalam sebuah simbol namun kurang tepat. Kecepatan benda arah vertikal ditulis dengan simbol v yang tepat v_{0y} . Simbol kecepatan arah mendatar siswa hanya menuliskan dengan v_0 seharusnya dituliskan dengan v_{0x} . Jawaban siswa salah karena diawal siswa merencanakan pemecahan masalah dengan meninjau persamaan pada arah x yang sudah salah. Dalam memasukkan angka pada persamaan dan memperoleh hasil matematis yang salah. Jawaban siswa hingga akhir mengalami kesalahan karena di posisi sumbu x mengalami salah hitung (gambar ...).

Transkrip wawancara:

P : apakah kamu paham soal nomer 5?

Rev : paham bu

P : apa permasalahan yang ada dalam soal?

Rev : disuruh mencari jarak horizontal saat mencapai tanah.

P : baik coba jelaskan langkah atau alur kamu dalam menyelesaikan soal ini.

Rev : yang diketahui kan jarak horizontal bu, jadi saya mengerjakan terhadap sumbu x dahulu diperoleh hasil $t = 50$. Kemudian saya mengerjakan sumbu y dengan menuliskan persamaan sumbu y bu. Memasukan t nya.

P : kenapa harus mengerjakan dengan sumbu y juga?

Rev : karena yang ditanyakan jarak horizontal. Untuk mencari t nya.

P : la ini kamu bisa menuliskan persamaan ini dari mana ?

Rev : dari buku bu saya menghafalalnya.

P : Selanjutnya kamu menuliskan persamaan y , apa alasanya?

Rev : karena untuk mencari t nya.

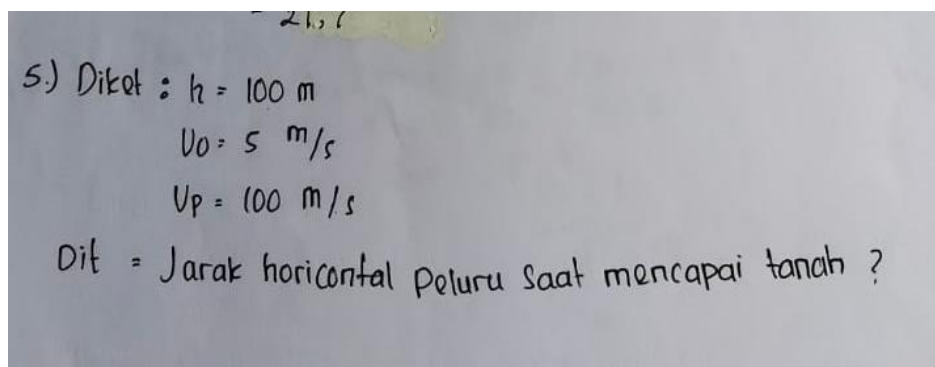
P : kamu mendapatkan persamaan ini dari mana?

Rev : dari buku yang saya baca bu.

P : apakah kamu yakin dengan jawaban ini?

Rev : tidak bu.

Rev mampu mengidentifikasi permasalahan yang ada. Dia berusaha untuk mendeskripsikan soal kedalam bentuk gambar, namun masih belum menunjukkan bahwa dia paham gerak parabola dan paham soal. Rev hanya hafal rumus/persamaan tetapi tidak paham konsep. Dalam penulisan persamaan Rev menuliskan dengan benar arah horizontal, namun dalam proses pemecahan masalah Rev langsung memasukan angka kedalam persamaan tanpa menggunakan analisis. Terbukti pada simbol x Rev memasukan angka 5 padahal pada soal angka 5 kecepatan vertikal keatas. Langkah penyelesaian yang dituliskan Rev tidak menunjukkan Rev tahu dan paham tetapi dia hanya mengingat dan asal memasukan saja sehingga hasil matematisnya mengalami kesalahan



Gambar 7. Jawaban SHA

Sha berusaha mengidentifikasi dan menuliskan informasi yang ada dalam soal. Dia berusaha menuliskannya kedalam sebuah simbol namun kurang tepat. Sha mengerjakan dengan pola diketahui, ditanya dan jawab namun hanya sampai diketahui dan ditanya, itupun juga kurang tepat. Kecepatan benda arah vertikal dituliskan dengan v_0 yang tepat v_{0y} . Kemudian simbol kecepatan arah mendatar siswa hanya menuliskan dengan v_p seharusnya dituliskan dengan v_{0x} . Sha tidak menjawab soal, dia hanya menuliskan diketahui dan ditanya saja.

Transkrip wawancara:

P : Apakah kamu paham soal nomer 5?

Sha : Belum bu

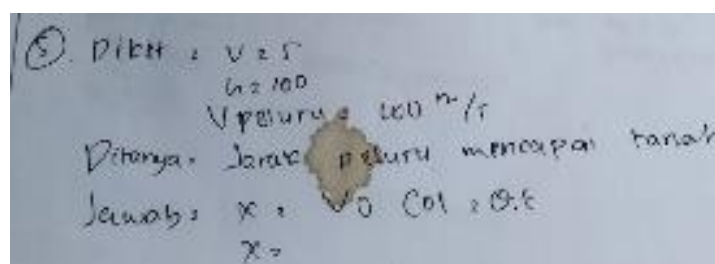
P : Apa permasalahan yang ada dalam soal?

Rev : Disuruh mencari jarak horizontal terjauh saat mencapai tanah. Jadi melewati titik tertinggi.

P : Baik coba jelaskan langkah atau alur kamu dalam menyelesaikan soal ini.

Sha : yang diketahui kan jarak horizontal bu, jadi saya mengerjakan terhadap sumbu x dahulu tetapi di soal dituliskan yang pertama arah vertikal. Jadi saya bingung bu.

Dari transkrip wawancara terlihat Sha mampu mengidentifikasi permasalahan yang ada dan tahu maksud dari soal, namun dia masih mengalami kesulitan. Sha tidak menuliskan langkah penyelesaian masalah karena tidak paham dan memilih untuk tidak menjawab.



Gambar 8. Jawaban BER

Ber berusaha mengidentifikasi dengan menuliskan apa yang diketahui dalam soal kedalam bentuk simbol namun masih kurang tepat. Kecepatan benda arah vertikal ditulis dengan v , kecepatan peluru dituliskan dengan huruf v_{peluru} . Dalam alur penyelesaian masalah siswa menyusun strategi dengan menuliskan persamaan gerak parabola terhadap sumbu x (GLB). Persamaan yang dituliskan oleh Ber masih belum tepat, dan dia juga tidak mampu melakukan hitungan matematisnya.

Transkrip wawancara:

P : Bagaimana cara kamu menyelesaikan soal nomer 5?

Ber : Masih bingung bu.

P : Coba sebutkan apa saja informasi yang ada dalam soal.

Ber : Kecepatan arah vertikal, Tinggi maksimum dan kecepatan arah mendatar.

- P : Kalo untuk yang ditanyakan apakah kamu tahu?
 Ber : Mencari jarak peluru mencapai tanah.
 P : Baik, kenapa ini kamu tidak menjawab sama sekali?
 Ber : Karena dalam soal adanya kecepatan vertikal itu kan keatas pake GLBB la saya tidak hafal bu, kemudian untuk sumbu x persamaanya $x = V_0 \cot \theta . t$
 P : Coba sebutkan persamaan rumus sumbu
 Ber : $x = V_0 \cos \theta . t$
 P : Jadi menurut kamu menggunakan *cot* atau *cos*?
 Ber : *cos*
 P : Apakah kamu yakin?
 Ber : Iya bu.

Dalam transkrip terlihat Ber tidak paham konsep gerak parabola. Dalam menyelesaikan masalah Ber mengalami kesulitan karena tidak paham dan hanya mengandalkan hafalan. Dalam penulisan strategi pemecahan masalah Ber salah dalam penulisan persamaan. Saat wawancara Ber berubah pikiran bahwa persamaan sumbu x menggunakan cos. Walaupun demikian, jawaban terakhirnya juga belum menunjukkan pemahaman yang memadai.

Kesimpulan

Berdasarkan data jawaban siswa dalam menyelesaikan soal gerak parabola diketahui bahwa: a) semua responden mengerjakan dengan pola D2J, b) 5 dari 6 responden hafal rumus dasar gerak parabola, namun gagal menyelesaikan soal dengan cara analisis, c) 3 dari 6 siswa hanya dapat mengerjakan dua soal dengan benar, sedangkan 2 siswa lainnya mengerjakan 1 soal dengan benar dari lima soal, namun semuanya dengan cara *plug and chug* (bukan analisis).

Sesuai hasil tes dan wawancara tidak terstruktur diperoleh fenomena bahwa siswa tidak melakukan analisis untuk mengumpulkan informasi namun fokus pada persamaan matematis. Seharusnya siswa menganalisis bagaimana keadaan posisi benda terhadap sumbu y dan sumbu x. Kesalahan-kesalahan yang dilakukan responden diantaranya kesalahan konsep, tidak dapat menganalisis soal, kesalahan strategi dan kemampuan matematik rendah. Hasil wawancara menunjukkan prediksi faktor penyebab kesalahan yang dilakukan responden yaitu: a) siswa kesulitan dalam mencari solusi, b) siswa tidak paham konsep, c) siswa hanya hafal rumus, d) siswa hanya mengerjakan latihan soal tanpa didukung pemahaman konsep dengan benar. Akibatnya, siswa hanya bisa menyelesaikan soal yang mirip contoh, e) siswa tidak terbiasa mengerjakan soal berbentuk analisis f) guru memberikan nilai kepada siswa saat bisa menuliskan diketahui, ditanya walaupun jawaban salah, g) Siswa terlalu terbiasa mengerjakan dengan pola diketahui, ditanya dan jawab (D2J) tanpa menganalisis terlebih dahulu.

Hasil temuan ini dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut mengenai pemecahan masalah materi gerak parabola terutama untuk mengurangi kesalahan yang dilakukan siswa. Penekanan pada konsep dasar gerak parabola serta konsep pendukungnya (misalnya GLB dan GLBB). Agar siswa memiliki konsep yang kuat maka strategi pembelajarannya harus tepat disertai dengan *scaffolding* yang juga tepat.

Daftar Pustaka

- Abdullah, M. Y. (2012) "Strategi Efektif Pembelajaran Fisika: Ajarkan Konsep." Tersedia pada: <http://repository.unsri.ac.id/10312/>.
 Alvinda, D. D. R. dan Zahrotin, A. (2021) "Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Pada Materi Gerak Parabola SMA," *Proceeding of Integrative Science Education Seminar*, 1, hal. 70–77.
 Azizah, R., Yuliaty, L. dan Latifah, E. (2016) "Kemampuan Pemecahan Masalah

- Melalui Pembelajaran Interactive Demonstration Siswa Kelas X SMA pada Materi Kalor,” II(2), hal. 55–60.
- Baig, M. *et al.* (2014) “Evaluation of multiple choice and short essay question items in basic medical sciences,” *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 30(1), hal. 3–6. doi: 10.12669/pjms.301.4458.
- Januarifin, D. dan Parno, A. H. (2018) “Kesalahan siswa SMA dalam memecahkan masalah pada materi Hukum Newton,” *Momentum: Physics Education Journal*, (January). doi: 10.21067/mpej.v1i1.2292.
- Kulsum, U. dan Nugroho, S. E. (2014) “Penerapan Model Pembelajaran Cooperative Problem Solving Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep dan Komunikasi Ilmiah Siswa pada Mata Pelajaran Fisika,” *Unnes Physics Education Journal*, 3(2), hal. 73–78. Tersedia pada: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej/article/view/3600>.
- Pasaribu, D. S., Hendri, M. dan Susanti, N. (2017) “Upaya Meningkatkan Minat Dan Hasil Belajar Fisika Siswa Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Talking Stick Pada Materi Listrik Dinamis Di Kelas X Sman 10 Muaro Jambi,” *EduFisika*, 2(Vol 2 No 01 (2017): EduFisika Volume 02 Nomor 01, Juni 2017), hal. 61–69. doi: <https://doi.org/10.22437/edufisika.v2i01.4043>.
- Putri, S. M. S. dan Putri, R. K. (2021) “Profil Pemecahan Masalah Matematika Kontekstual Siswa Ditinjau Dari Kemampuan Matematika,” *Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(3), hal. 36–45.
- Rahmatiah, R., Koes H., S. dan Kusairi, S. (2017) “Pengaruh Scaffolding Konseptual dalam Pembelajaran Group Investigation Terhadap Prestasi Belajar Fisika Siswa SMA dengan Pengetahuan Awal Berbeda,” *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2(2), hal. 45–54. doi: 10.29303/jpft.v2i2.288.
- Rajagukguk, J. dan Sarumaha, C. (2017) “Pemodelan Dan Analisis Gerak Parabola Dua Dimensi Dengan Menggunakan Aplikasi Gui Matlab,” *Jurnal Sainatika*, 17, hal. 63–68.
- Situmeang, B. S., Sudjito, D. N., & Wibowo, A. (2019). *RADIASI: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika Desain Modul Pembelajaran Mandiri Tentang Gerak Parabola Pada Bidang Miring Tanpa Gesekan Udara*. 12, 9–19. Retrieved from <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/radiasi>
- Wibowo, C., & Sunarti, T. (2020). Analisis Dan Prediksi Miskonsepsi Siswa Pada Materi Gerak Parabola. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 09(02), 257–264.
- Walsh, L. N., Howard, R. G. dan Bowe, B. (2007) “Phenomenographic study of students’ problem solving approaches in physics,” *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 3(2), hal. 1–12. doi: 10.1103/PhysRevSTPER.3.020108.