PEMBIMBINGAN PENYELESAIAN SOAL-SOAL BERTIPE HOTS BAGI SISWA PADA PELAJARAN MATEMATIKA DAN FISIKA DI SMAN 1 SIKUR LOMBOK TIMUR

Marzuki*, I Wayan Sudiarta, I Gusti Ngurah Yudi Handayana

Fakultas MIPA, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.
Alamat korespondensi : marzuki.fis@unram.ac.id

ABSTRAK

HOTS (*Higher Thinking Order Skill*) atau yang sering disebut sebagai kemampuan, keterampilan, atau konsep berpikir tingkat tinggi merupakan suatu konsep reformasi pendidikan berdasarkan pada taksonomi bloom. HOTS dapat dikaitkan dengan kemampuan seseorang dalam memahami, mengolah, dan merepresentasikan suatu informasi, bernalar, bukan hanya sekedar mengingat. Hal ini berpengaruh terhadap pengembangan keterampilan seseorang dalam berpikir kritis dan kreatif dalam memecahkan suatu permasalahan. HOTS dalam pembelajaran bukanlah berperan sebagai sebuah metode pembelajaran, akan tetapi HOTS di sini dimaksudkan pembelajaran yang mampu menciptakan peserta didik untuk berpikir tingkat tinggi seperti kemampuan memahai, menganalisis, mengevaluasi, menciptakan, mengidentifikasi suatu pelajaran atau soal-soal dalam pembelajaran. Pengabdian ini bertujuan untuk membiasakan siswa menyelesaikan persoalan-persoalan pada level yang lebih tinggi agar kelak dapat menyelesaikan permasalahan hidup sehari-hari. Metode pelaksanaan pengabdian terdiri atas (1) memberikan pendalaman konsep-konsep dasar dan strategis kepada siswa baik pada pelajaran Matematika maupun Fisika, dan (2) Mendampingi siswa menyelesaikan beragam soal bertipe HOTS secara sungguh-sungguh pada bagian mana mereka mengalami kesulitan sampai pada akhirnya dapat memahami dengan baik solusi yang diperoleh. Hasil yang diperoleh adalah bahwa: (1) siswa dapat memahami dengan baik konsep-konsep dasar matematika maupun fisika yang diberikan karena tersaji secara sistematis, logis, serta dengan bahasa yang sederhana, dan (2) secara umum siswa masih mengalami cukup banyak kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal bertipe HOTS dikarenakan dibutuhkan sejumlah pengetahuan konsep matematika maupun fisika yang cukup memadai. Diperlukan suatu proses latihan yang kontinu untuk membiasakan siswa menyelesaikan soal tipe ini. Untuk itulah kepala sekolah berharap kegiatan semacam ini memiliki keberlanjutan di masa yang akan datang.

Kata Kunci: Pembimbingan, Pembelajaran HOTS, Matematika dan Fisika

PENDAHULUAN

Dalam upaya peningkatan kemampuan siswa di sekolah terutama pada bidang matematika dan fisika, berbagai upaya terus dikembangkan, antara lain melalui metode HOTS (*Higher Thinking Order Skill*). HOTS atau yang sering disebut sebagai kemampuan, keterampilan, atau konsep berpikir tingkat tinggi merupakan suatu konsep reformasi pendidikan berdasarkan pada taksonomi bloom yang dimulai pada awal abad ke-21. Taksonomi Bloom menjelaskan tentang konsep tingkatan pemikiran dimulai dari yang terendah menuju ke tingkatan paling tinggi, yaitu: Pengetahuan, Pemahaman, Penerapan, Analisis, Sintesis, dan paling tinggi adalah Evaluasi. Ridwan (2019), menjelaskan bahwa keenam tingkatan pemikiran ini kemudian digolongkan atas dua bagian yaitu: LOTS (*Low Order Thinking Skill*) dan HOTS (*Higher Thinking Order Skill*). Lebih lanjut Ridwan mengatakan, pada tingkat LOTS, terdapat tiga tahapan aspek yang meliputi: *remember, understand, apply*. Sedangkan pada tingkat HOTS, terdapat tiga tahap aspek yang meliputi: *analyze, evaluate, create.*

Higher Thinking Order Skill (HOTS) merupakan suatu kemampuan berpikir, yang tidak hanya melibatkan kemampuan mengingat, memahami, atau menerapkan suatu pemahaman saja. Namun, kemampuan yang perlu dimiliki oleh setiap orang dalam berpikir, menganalisa, mengevaluasi, serta menciptakan suatu hal pada tingkat yang lebih tinggi (Nugroho, 2018). HOTS dapat dikaitkan dengan kemampuan seseorang dalam memahami, mengolah, dan merepresentasikan suatu informasi, bernalar, bukan hanya sekedar mengingatnya. Hal ini berpengaruh terhadap pengembangan keterampilan seseorang, dalam berpikir kritis dan kreatif, dalam memecahkan suatu permasalahan.

Metode pembelajaran HOTS memang sekilas akan lebih sulit untuk dijalani karena ada kebutuhan untuk berpikir kritis, mengevaluasi, dan mengkreasikan pembelajaran. Namun, dengan metode inilah setiap pelajar memiliki kebebasan untuk memahami dan mengimplementasikan setiap ilmu yang didapatkan. Dalam metode ini, seorang guru juga dituntut untuk kritis dan kreatif dalam menjelaskan materi pembelajaran. Jika guru sudah sering mengajar dengan metode HOTS maka lama kelamaan pelajar juga akan menjadi terbiasa.

Menurut Brookhart (dalam Fuaddilah, 2019), mendefinisikan bahwa model HOTS sebagai metode untuk mentrasfer pengetahuan, berpikir kritis, dan memecahkan masalah. HOTS bukan sekedar model soal, tetapi juga mencakup model pembelajaran. model pengajaran harus mencakup kemampuan berpikir, sedangkan model penilaian dari HOTS mengharuskan siswa untuk familiar dengan pertanyaaan atau tugas yang diberikan.

HOTS dalam pembelajaran bukanlah berperan sebagai sebuah metode pembelajaran, akan tetapi HOTS di sini dimaksudkan adalah pembelajaran yang mampu menciptakan peserta didik untuk berpikir tingkat tinggi seperti kemampuan memahai, menganalisis, mengevaluasi, menciptakan, mengidentifikasi suatu pelajaran atau soal-soal dalam pembelajaran. Di sini guru haruslah menguasai dan faham tentang pembelajaran HOTS itu seperti apa. Guru juga harus mendesain dan mengembangkan pembelajaran HOTS yang sesuai dengan peserta didik yang akan dihadapi sehingga pembelajaran dapat berjalan secara optimal.

Sehubungan dengan aktivitas berpikir bagi siswa, Sharma (1981) mengatakan bahwa semua peserta didik harus aktif berpikir dalam pelaksanaan proses pembelajaran dan diharapkan peran peserta didik lebih dominan daripada guru. Guru hanya sebagai fasilitator untuk mempermudah dan mengarahkan jalannya proses pembelajaran. Hal senada disampaikan oleh Rutherford (1990), bahwa guru hendaknya lebih banyak memberikan kesempatan peserta didik untuk mencari, merumuskan dan menemukan sendiri apa saja yang akan dipelajarinya. Pembelajaran dengan melibatkan siswa secara aktif dalam menyelesaikan masalah merupakan modal bagi siswa untuk memiliki kompetensi yang pada gilirannya dapat memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari, lebih mandiri dalam mengikuti jenjang pendidikan selanjutnya, dan mandiri dalam pekerjaan (Suma, 2003)

Dari beberapa pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa HOTS adalah keterampilan berpikir tingkat tinggi yang harus ada pada diri peserta didik yang tidak hanya menguji kemampuan intelektual dalam hal ingatan tetapi juga menguji pada kemampuan, mengevalusi, kreativitas, analisis dan berpikir kritis tentang pemahaman peserta didik terhadap suatu mata pelajaran, dan lebih menekankan pada pemikiran-pemikiran kritis terhadap suatu penyelesaian permasalahan.

Diharapkan setiap harinya siswa akrab dengan proses berpikir kritis. Berkaitan dengan itu, kegiatan berlatih secara terus-menerus mencoba menerapkan pemahaman konsep yang sudah dimiliki pada persoalan-persoalan matematika maupun Fisika di level yang lebih tinggi menjadi kebutuhan yang perlu dialami oleh siswa. Berdasarkan hasil observasi dan pembicaraan informal dengan beberapa orang guru dan siswa di SMAN 1 Sikur pada saat survey pendahuluan tentang kegiatan pembelajaran HOTS, diperoleh informasi bahwa memang dalam pembelajaran HOTS ini siswa masih mengalami kesulitan yang cukup signifikan. Untuk maksud itulah kegiatan pengabdian berupa pembimbingan penyelesaian soal-soal bertipe HOTS ini dilaksanakan.

Dipilihnya SMA Negeri 1 Sikur Lombok Timur sebagai lokasi kegiatan dikarenakan SMA ini merupakan salah satu sekolah yang masuk dalam zona Lokus Taman Nasional Rinjani, yang berada di Desa Gelora, berdekatan dengan Desa Kotaraja Kecamatan Sikur Lombok Timur, sehingga sesuai dengan yang ketentuan yang telah ditetapkan oleh LPPM Unram terkait lokasi penelitian dan pengabdian masyarakat.

METODE KEGIATAN

Pada pengabdian masyarakat ini, fokus utama ditujukan pada penerapan paradigma baru dalam kegiatan yang bersifat memecahkan masalah, komprehensif, bermakna, tuntas, dan berkelanjutan (*sustainable*) dengan sasaran masyarakat mitra. Kondisi awal dan potensi guru sebagai mitra yang didapat dari survey pendahuluan, baik fasilitas dan sumber daya manusia dijadikan *starting point* dalam memetakan program-program solusi permasalahan mitra.

Berdasarkan paparan potensi-potensi, fasilitas, dan permasalahan yang dimiliki oleh SMA Negeri 1 Sikur, maka disusun strategi sebagai solusi pemecahan masalah dalam meningkatkan keterampilan siswa menyelesaikan beragam soal bertipe HOTS. Solusi yang diberikan untuk menangani permasalahan prioritas yang telah disepakati bersama mitra adalah pembimbingan penyelesaian soal-soal bertipe HOTS pada pelajaran Matematika dan Fisika. Namun sebelumnya siswa terlebih dahulu diberikan pendalaman pemahaman konsep-konsep strategis yang mendasari penyelesaian soal model HOTS ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. PENYELESAIAN SOAL-SOAL MATEMATIKA TIPE HOTS

Pada kegiatan pembimbingan penyelesaian soal-soal Matematika bertipe HOTS ini, siswa diberikan lima soal berikut ini, yang mana sebelumnya juga siswa pemahaman konsep dasar yang terkait. Adapun kelima soal tersebut adalah seperti berikut ini.

1. Tentukan nilai dari $\sqrt[3]{2+\sqrt{5}}+\sqrt[3]{2-\sqrt{5}}$.

   Untuk menyelesaikan soal seperti ini tidak mudah dilakukan oleh siswa. Dibutuhkan sejumlah pengetahuan serta pengalaman menyelesaikan persoalan yang cukup memadai. Siswa bisa dibimbing dengan memberikan permisalan seperti berikut:

   Misalkan $a=\sqrt[3]{2+\sqrt{5}}$, maka $a^3=2+\sqrt{5}$, dan
   $b=\sqrt[3]{2-\sqrt{5}}$, maka $b^3=2-\sqrt{5}$,
   sehingga $a^3+b^3=4$, dan $ab=-1$.

   Berdasarkan soal di atas, berarti yang ingin dicari adalah nilai dari $(a+b)$. Pada pendalaman konsep dasar telah diberikan pemahaman bahwa $(a+b)^3=a^3+b^3+3ab(a+b)$, atau $\boldsymbol{a^3+b^3=(a+b)^3-3ab(a+b)}$. Dengan memanfaatkan hubungan ini maka diperoleh persamaan $(a+b)^3+3(a+b)=4$. Jika dimisalkan $(a+b)=x$, maka persamaan menjadi lebih sederhana, $x^3+3x-4=0$, atau bisa difaktorkan menjadi $(x-1)(x^2+x+4)=0$. Namun persoalan pemfaktoran ini juga oleh sebagian besar siswa ternyata tidaklah mudah.

   Sebagai solusi pertama kita ambil $(x-1)=0,$ atau $x=1$, atau $a+b=1$. Berdasarkan perumpamaan di atas berarti $\sqrt[3]{2+\sqrt{5}}+\sqrt[3]{2-\sqrt{5}}=1$. Sedangkan untuk solusi kedua diambil $(x^2+x+4)=0$. Jika ditelusuri, diskriminannya adalah $D=-15$ (bernilai negatif) sehingga berupa imajiner. Oleh karena yang diambil adalah yang real maka yang kedua ini bukanlah solusisehingga kesimpulannya adalah bahwa $\sqrt[3]{2+\sqrt{5}}+\sqrt[3]{2-\sqrt{5}}=1$.

2. Jika diketahui $\sqrt{\frac{2}{x}+\frac{3}{y}-\sqrt{\frac{24}{xy}}}+\sqrt{\frac{2}{x}+\frac{3}{y}+\sqrt{\frac{24}{xy}}}=4,$ tentukan nilai dari $4x+1$.

   Untuk menjawab soal tipe ini, siswa memanfaatkan hubungan yang telah diberikan pada pemahaman konsep dasar, $\sqrt{\boldsymbol{(a+b)\pm 2\sqrt{ab}}}=\boldsymbol{\sqrt{a}\pm\sqrt{b}}$, dimana $a,b\neq 0,$ dan $a\geq b$. Dalam mengawali penyelesaian soal ini siswa mengalami kebuntuan, sehingga tim memberikan langkah awal dengan menginformasikan suatu perumpamaan berikut:

   Misalkan $a=\frac{2}{x}$ dan $b=\frac{3}{y}$, maka $\sqrt{\frac{24}{xy}}=2\sqrt{ab}$, sehingga diperoleh

   $$\sqrt{\frac{2}{x}+\frac{3}{y}-\sqrt{\frac{24}{xy}}}=\sqrt{(a+b)-2\sqrt{ab}}=\sqrt{a}-\sqrt{b}\text{, dan}$$
   $$\sqrt{\frac{2}{x}+\frac{3}{y}+\sqrt{\frac{24}{xy}}}=\sqrt{(a+b)+2\sqrt{ab}}=\sqrt{a}+\sqrt{b}\,.$$

   Berdasarkan soal di atas, maka permasalahannya menjadi lebih sederhana, yaitu:

$$\sqrt{\frac{2}{x}+\frac{3}{y}-\sqrt{\frac{24}{xy}}}+\sqrt{\frac{2}{x}+\frac{3}{y}+\sqrt{\frac{24}{xy}}}=\sqrt{a}-\sqrt{b}+\sqrt{a}+\sqrt{b}=2\sqrt{a}=4$$

$\sqrt{a}=2$, atau $a=4$.

Dari $a=\frac{2}{x}$ maka $\frac{2}{x}=4$, sehingga $x=\frac{1}{2}$

Jadi, $4x+1=4\left(\frac{1}{2}\right)+1=3$ (solusi)

3. Buktikan bahwa $4\sin 18^0 \cos 36^0 = 1$.

Kesulitan pertama yang dialami siswa dalam menyelesaikan soal ini adalah berawal dari pemahaman yang diperoleh saat pendalaman konsep adalah bahwa $\mathbf{2\sin A\cos A=\sin 2A}$ dan $\mathbf{2\sin A\cos B=\sin(A+B)+\sin(A-B)}$. Dengan menerapkan hubungan ini persoalan menjadi semakin tidak menentu, sehingga oleh tim memberikan tuntunan dengan sedikit manipulasi matematis seperti berikut:

$4\sin 18^0\cos 36^0 = 4\sin 18^0\cos 36^0\times\frac{\cos 18^0}{\cos 18^0}=\frac{4\ \sin 18^0\cos 18^0\cos 36^0}{\cos 18^0}$

$=2\ \frac{2\ \sin 18^0\cos 18^0\cos 36^0}{\cos 18^0}$. Berdasarkan hubungan $\mathbf{2\sin A\cos A=\sin 2A}$ maka $2\ \sin 18^0\cos 18^0 = \sin 36^0$, sehingga $4\sin 18^0\cos 36^0 = \frac{2\ \sin 36^0\ \cos 36^0}{\cos 18^0}$.

Dan juga $2\ \sin 36^0\ \cos 36^0 = \sin 72^0$, sehingga $4\sin 18^0\cos 36^0 = \frac{\sin 72^0}{\cos 18^0}=\frac{\cos 18^0}{\cos 18^0}=1$ (terbukti)

4. Buktikan bahwa $\sin 18^0 = -\frac{1}{4}+\frac{1}{4}\sqrt{5}$.

Persoalan inipun jauh lebih rumit lagi karena semakin jauh dari sudut-sudut istimewa yang biasa diajarkan oleh guru. Oleh karenanya tim memberikan tuntunan seperti berikut ini.

Telah diketahui sebelumnya bahwa $4\sin 18^0\cos 36^0=1$, atau $2(2\cos 36^0\sin 18^0)=1$, atau $2\cos 36^0\sin 18^0=\frac{1}{2}$. Pada sesi pemahaman konsep dasar matematika tentang trigonometri siswa sudah memahami bahwa $\mathbf{2\cos A\sin B=\sin(A+B)-\sin(A-B)}$, sehingga : $\sin(36^0+18^0)-\sin(36^0-18^0)=$ 1/2, atau $\sin 54^0-\sin 18^0=\frac{1}{2}$, atau $\cos 36^0-\sin 18^0=\frac{1}{2}$ ($Ingat$: $\sin 54^0=\cos 36^0$). Selanjutnya, bisa dituliskan menjadi

$\cos(2\times 18^0)-\sin 18^0=\frac{1}{2}$. Namun perlu diingat : $\mathbf{\cos 2A=1-2\sin^2 A}$, sehingga didapatkan bentuk solusi : $1-2(\sin 18^0)^2-\sin 18^0=\frac{1}{2}$.

Dengan memisalkan $\sin 18^0=y$, diperoleh persamaan $1-2y^2-y=\frac{1}{2}$, atau $4y^2+2y=1$. Ini tidak lain adalah bentuk persamaan kuadrat sehingga solusinya dapat dicari dengan memanfaatkan rumus abc: $\boldsymbol{y_{1.2}=\frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}}$. Jadi $y_{1.2}=\frac{-2\pm2\sqrt{5}}{8}$ sehingga $y_1=\frac{-2+2\sqrt{5}}{8}$ atau $y_1=\frac{-1+1\sqrt{5}}{4}$, atau $\sin 18^0=\frac{-1+1\sqrt{5}}{4}$. Sedangkan $y_2=\frac{-2-2\sqrt{5}}{8}$ atau $\sin 18^0=\frac{-1-1\sqrt{5}}{4}$ (yang ini tidak diambil karena bernilai negatif, sedangkan $\sin 18^0$ berada di kuadran pertama sehingga bernilai positif). Jadi, nilai dari $\sin 18^0=-\frac{1}{4}+\frac{1}{4}\sqrt{5}$. (Terbukti).

5. Buktikan bahwa $\sin 6^0\sin 54^0\sin 66^0=\frac{1}{16}(\sqrt{5}$-1).

Penyelesaian persoalan ini juga oleh siswa mangalami *mati langkah*. Oleh karena itu tim memberikan tuntunan atau bimbingan dengan manipulasi matematik seperti berikut:

$\sin 6^0\sin 54^0\sin 66^0 = \sin 66^0\sin 6^0\sin 54^0 = -\frac{1}{2}(-2\sin 66^0\sin 6^0)\sin 54^0$. Pada materi pendalaman telah diketahui bahwa $\mathbf{-2\sin A\sin B=\cos(A+B)-\cos(A-B)}$, sehingga $-2\sin 66^0\sin 6^0=\cos(66+6)^0-\cos(66-6)^0=\cos 72^0-\cos 60^0$.

Maka didapat:
$\sin 6^0 \sin 54^0 \sin 66^0 = -\frac{1}{2}(-2\sin 66^0 \sin 6^0) \sin 54^0 = -\frac{1}{2}(\cos 72^0 - \cos 60^0) \sin 54^0$
$= -\frac{1}{2}(\cos 72^0 - \frac{1}{2}) \sin 54^0 = -\frac{1}{2}\cos 72^0 \sin 54^0 + \frac{1}{4}\sin 54^0$
$= -\frac{1}{4}(2\cos 72^0 \sin 54^0) + \frac{1}{4}\sin 54^0$.
Telah pula diberikan bahwa $\mathbf{2\cos A \sin B = \sin(A+B) - \sin(A-B)}$, sehingga
$2\cos 72^0 \sin 54^0 = \sin(72^0 + 54^0) - \sin(72^0 - 54^0) = \sin 126^0 - \sin 18^0$.

Maka selanjutnya diperoleh:
$\sin 6^0 \sin 54^0 \sin 66^0 = -\frac{1}{4}(\sin 126^0 - \sin 18^0) + \frac{1}{4}\sin 54^0$
$= -\frac{1}{4}(\sin 54^0 - \sin 18^0) + \frac{1}{4}\sin 54^0$ **(Ingat**: $\mathbf{\sin 126^0 = \sin 54^0}$)
$= -\frac{1}{4}\sin 54^0 + \frac{1}{4}\sin 54^0 + \frac{1}{4}\sin 18^0$
$= \frac{1}{4}\sin 18^0 = \frac{1}{4}(-\frac{1}{4} + \frac{1}{4}\sqrt{5}\,)$ (seperti sudah ketahui bahwa $\sin 18^0 = -\frac{1}{4} + \frac{1}{4}\sqrt{5}$)
$= \frac{1}{16}(\sqrt{5}$ - 1). Terbukti.

B. PENYELESAIAN SOAL-SOAL FISIKA TIPE HOTS

Pada bagian ini diberikan empat soal Fisika bertipe HOTS terkait Mekanika. Pada tahap awal pembimbingan bidang fisika ini terlebih dahulu siswa diberikan pemahaman tentang konsep Gerak Lurus Beraturan, konsep Gerak Lurus Berubah Beraturan, serta konsep Gerak Parabola (kombinasi antara GLB dan GLBB). Setelah itu, konsep-konsep dasar tersebut digunakan untuk menyelesaikan keempat soal bertipe HOTS dimaksud, seperti berikut ini.

1. Selama empat hari berturut-turut, seorang anak mulai berangkat dari rumah dengan berjalan kaki menuju sekolah selalu pada waktu keberangkatan yang sama. Bel masuk sekolah juga memang diset untuk berbunyi pada waktu yang selalu sama.

- Pada hari pertama, anak tersebut mulai berjalan dengan kecepatan awal 50 m/menit dan dipercepat dengan percepatan 2 m/menit^2. Ternyata dia tiba di sekolah 5 menit setelah bel berbunyi.
- Pada hari kedua, anak tersebut mulai berjalan dengan kecepatan awal 150 m/menit dan diperlambat dengan perlambatan 2 m/menit^2. Ternyata dia tiba di sekolah 5 menit sebelum bel berbunyi.
- Pada hari ketiga, ia memutuskan untuk berjalan dengan kecepatan konstan (yang nilainya lebih besar dari 100 m/menit) hingga tiba di sekolah. Ternyata dia tiba di sekolah tepat saat bel berbunyi.

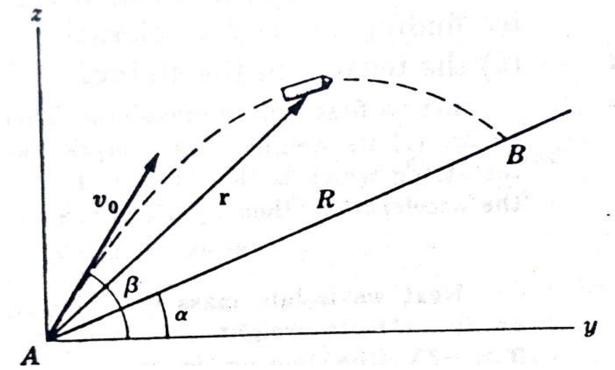
Jika pada hari keempat ia berjalan dengan kecepatan konstan 100 m/menit, berapa menit ia tiba di sekolah setelah bel berbunyi?

Penyelesaian:

Untuk menyelesaikan persoalan ini siswa harus sudah memahami dengan baik materi pendalaman konsep GLB dan GLBB yang sudah diberikan pemantapan sebelumnya. Perhatikan soal di atas, anak tersebut berangkat pada waktu yang sama, dan bel sekolah juga berbunyi pada waktu yang sama. Misalkan saja selang waktu antara waktu berangkat dengan waktu bel berbunyi adalah t (dalam menit) dan jarak antara rumah dan sekolah adalah x (dalam meter). Pada hari pertama, anak tersebut terlambat 5 menit, maka waktu yang ia butuhkan dari rumah ke sekolah adalah t + 5. Sebagaimana dalam GLBB,
$x = v_1(t+5) + \frac{1}{2}a_1(t+5)^2 = 50(t+5) + \frac{1}{2}2(t+5)^2 = t^2 + 60t + 275$ ……………….…(1)
Pada hari kedua, anak tersebut tiba 5 menit lebih awal, maka waktu yang ia butuhkan adalah t– 5. Maka
$x = v_2(t-5) + \frac{1}{2}a_2(t-5)^2 = 150(t-5) + \frac{1}{2}(-2)(t-5)^2 = -t^2 + 160t - 775$ ………..…(2)
Dengan menyamakan persamaan (1) dan (2) diperoleh t =15 dan t = 35 ………(3)
Untuk t = 15 menit, dengan memasukkan ke dalam persamaan (1), maka jarak yang ditempuh adalah $x = 15^2 + 60(15) + 275 = 1400\ m$ ……………..(4)
Jadi untuk hari ketiga, ketika dia bergerak dengan kecepatan konstan, maka kecepatannya adalah $v = \frac{x}{t} = \frac{1400}{15} = 93{,}3$ m/menit ……………………………..(5)

yang ternyata nilai ini lebih kecil dari 100 m/menit. Padahal dalam soal, untuk hari ketiga diketahui kecepatan anak tersebut lebih besar dari 100 m/menit. Dengan demikian waktu t = 15 menit adalah bukan solusi, dan jarak rumah ke sekolah tidak sama dengan 1400 meter.
Solusi kedua, untuk t = 35 menit. Dengan memasukkan ke dalam persamaan (1) jarak yang ditempuh adalah $x = 35^2 + 60(35) + 275 = 3600$ m………………(6)
Jadi untuk hari ketiga, nilai kecepatan konstannya adalah $v = \frac{x}{t} = \frac{3600}{35} = 102{,}9$ m/menit……(7) yang nilainya lebih besar dari 100 m/menit. Jadi, jarak rumah ke sekolah adalah x = 3600 meter dan selisih waktu antara keberangkatan dengan bel berbunyi t = 35 menit.
Pada hari keempat, jika ia berjalan dengan kecepatan konstan 100 m/menit, maka ia membutuhkan waktu $t = \frac{x}{v}$= 3600/100 = 36 menit untuk sampai ke sekolah. Berarti ia tiba (36 – 35) = 1 menit setelah bel sekolah berbunyi.

2. Bidang miring AB membentuk sudut α terhadap horizontal. Sebuah peluru ditembakkan dari titik A dengan kecepatan awal v_0 dalam arah yang membentuk sudut β terhadap horizontal (lihat gambar di bawah ini). Tunjukkan bahwa jangkauan terjauhnya ditentukan oleh: $R = \frac{2v_0^2 \sin(\beta-\alpha)\cos\beta}{g\cos^2\alpha}$.



Gambar 1: Gerak Parabola pada Bidang Miring

Persoalan model ini tidak seorangpun siswa bisa menyelesaikannya, samasekali tidak memiliki gambaran langkah apa yang harus dilakukan pertama kali. Oleh karena itu tim pengabdian memberi bimbingan penyelesaian dengan langkah awal meminta siswa untuk menguraikan komponen kecepatan awal dalam sumbu Y dan sumbu Z, berturut-turut: $v_{0_y} = v_0\cos\beta$ dan $v_{0_z} = v_0\sin\beta$. Vektor posisi peluru ditentukan oleh $\boldsymbol{r} = y\boldsymbol{j} + z\boldsymbol{k}$. Dalam arah sumbu Y posisi peluru ditentukan oleh $y = v_{0_y}t$ (GLB) dan dalam arah Z ditentukan oleh $z = v_{0_z}t - \frac{1}{2}\mathrm{g}t^2$ (GLBB). Pada titik terjauh di bidang miring AB (titik B), posisi titik B ditentukan oleh koordinat (y_B, z_B), dimana $\tan\alpha = \frac{z_B}{y_B}$ atau $z_B = y_B\tan\alpha$. Dengan demikian dapat diturunkan hubungan $v_{0_z}t_B - \frac{1}{2}\mathrm{g}{t_B}^2 = v_{0_y}t_B\tan\alpha$, sehingga $t_B = \frac{2v_0\sin(\beta-\alpha)}{g\cos\alpha}$.

Berdasarkan gambar tampak bahwa $\sec\alpha = \frac{R}{y_B}$ atau $R = \frac{y_B}{\cos\alpha} = \frac{v_0\cos\beta(t_B)}{\cos\alpha}$, sehingga diperoleh hasil akhir yaitu $R = \frac{2v_0^2\sin(\beta-\alpha)\cos\beta}{g\cos^2\alpha}$.

3. Terkait nomer 2 di atas, tunjukkan pula bahwa jangkauan terjauh yang paling maksimum ditentukan oleh $R_{max} = \frac{v_0^2}{g\,(1+\sin\alpha)}$ dan itu terjadi ketika $\beta = \frac{\pi}{4} + \frac{\alpha}{2}$.

Untuk pembimbingan penyelesaian soal ini dapat dimulai dari konsep dasar siswa tentang trigonometri yaitu bahwa $\boldsymbol{2\sin A\cos B = \sin(A+B) + \sin(A-B)}$ sehingga $2\sin(\beta-\alpha)\cos\beta = \sin(2\beta-\alpha) + \sin(-\alpha) = \sin(2\beta-\alpha) - \sin(\alpha)$. Berdasarkan nomer 2 bahwa $R = \frac{2v_0^2\sin(\beta-\alpha)\cos\beta}{g\cos^2\alpha} = \frac{v_0^2\{\sin(2\beta-\alpha)-\sin(\alpha)\}}{g\cos^2\alpha}$. Untuk nilai α tertentu, nilai R akan maksimum jika

$\sin(2\beta-\alpha)$ atau $2\beta-\alpha=\frac{\pi}{2}$, sehingga $\beta=\frac{\pi}{4}+\frac{\alpha}{2}$. Dengan demikian dapat diturunkan bahwa $R_{max}=\frac{v_0^2(1-\sin\alpha\}}{g\cos^2\alpha}$

$$R_{max}=\frac{v_0^2\,(1-\sin\alpha\,)}{g\,(1-\sin^2\alpha)}=\frac{v_0^2}{g(1+\sin\alpha)}.$$

4. Empat buah bola (A, B, C, dan D) ditembakkan dengan kecepatan awal yang sama (v_0) dari puncak sebuah gedung setinggi H dari tanah. Bola A ditembakkan langsung secara vertikal ke bawah, bola B ditembakkan secara horizontal, bola C ditembakkan dengan sudut kemiringan α terhadap horizontal, dan bola D ditembakkan langsung vertikal ke atas dulu sampai ketinggian maksimumnya, kemudian jatuh bebas. Tunjukkan bahwa sesaat tiba di tanah besar kecepatan keempat bola tersebut sama.

Dalam menjawab persoalan semacam ini siswa harus sudah memiliki pemahaman yang memadai tentang konsep Gerak Lurus Beraturan, Gerak Lurus Berubah Beraturan (termasuk Gerak Jatuh Bebas, dan Gerak Vertikal Ke atas), serta Gerak Parabola, yang mana konsep-konsep ini sudah diberikan sebelumnya pada tahap pemantapan konsep-konsep dasar. Tinggal penggunaannya pada tahap penyelesaian soal-soal bertipe HOTS.

Untuk bola A yang langsung ditembakkan ke bawah dengan kecepatan awal v_0, kasus ini anggap arah positif itu ke bawah (acuan gerah di atas), sehingga arah gerak benda searah dengan vektor percepatannya yaitu percepatan gravitasi bumi (g). Akhirnya dengan mudah dapat diselesaikan dengan memanfaatkan hubungan-hubungan dalam GLBB, sehingga kecepatan bola A sesaat tiba di tanah dapat dicari melalui $v_t^2=v_0^2+2gH$, sehingga $v_t=\sqrt{v_0^2+2gH}$.

Kemudian, untuk bola B yang ditembakkan secara horizontal dengan kecepatan awal v_0 ke kanan. Kecepatan benda dibagi menjadi dua komponen, yaitu komponen kecepatan dalam arah sumbu X (v_x) dan dalam arah Y (v_y). Dalam arah X gerakannya berupa GLB sehingga $v_x=v_{0_x}$ (konstan), sedangkan dalam arah Y gerakannya berupa GLBB, dicari melalui hubungan $v_y^2=v_{0_y}^2+2gH$. Dengan demikian maka diperoleh $v_t^2=v_x^2+v_y^2$, atau $v_t^2=v_{0_x}^2+\ v_{0_y}^2+2gH$. Perlu diingat bahwa $v_{0_x}^2+\ v_{0_y}^2=\ v_0^2$, sehingga didapat kecepatan bola B saat tiba di tanah: $v_t^2=v_0^2+2gH$, sehingga $v_t=\sqrt{v_0^2+2gH}$.

Untuk bola C, gerakannya berupa gerak parabola dengan kecepatan awal v_0 dan sudut tembakan α. Dengan demikian komponen kecepatan awal dalam arah sumbu X dan Y berturut-turut: v_{0_x}= $v_0\cos\alpha$ dan v_{0_y}= $v_0\sin\alpha$. Sebagaimana telah diketahui bahwa dalam arah X kecepatan benda berupa GLB sehingga $v_x=v_{0_x}$ (konstan), sedangkan dalam arah Y gerakannya berupa GLBB. Pada saat benda sudah mencapai ketinggian H, besar komponen kecepatan dalam arah Y samadengan v_{0_y}, hanya saja arahnya berlawanan (ke bawah). Untuk itu nilai komponen kecepatan arah Y pada saat tiba di tanah dapat dicari melalui hubungan $v_y^2=v_{0_y}^2+2gH$, sehingga $v_y^2=v_0^2\sin^2\alpha+2gH$. Dengan demikian, kecepatan total sesaat tiba di tanah adalah $v_t^2=v_x^2+v_y^2$, atau $v_t^2=v_{0_x}^2+\ v_{0_y}^2+2gH$, atau $v_t^2=v_0^2\cos^2\alpha+\ v_0^2\sin^2\alpha+2gH=v_0^2+2gH$, sehingga $v_t=\sqrt{v_0^2+2gH}$.

Untuk kasus terakhir, yaitu benda D yang ditembakkan vertikal ke atas dari ketinggian H dan dengan kecepatan awal v_0. Konsep yang perlu diingat oleh siswa adalah bahwa besar kecepatan benda pada ketinggian yang sama selama di udara adalah sama, hanya saja arahnya berlawanan. Dengan demikian dapat difahami bahwa pada saat benda itu sudah mencapai ketinggian H setelah pelemparan kecepatannya samadengan v_0 dengan arah ke bawah. Sekarang kasusnya sudah seperti benda A sehingga kecepatan benda D sesaat tiba di tanah dapat dicari melalui $v_t^2=v_0^2+2gH$, sehingga $v_t=\sqrt{v_0^2+2gH}$.

Melalui penjelasan di atas, maka terbukti bahwa besar kecepatan keempat bola tersebut sesaat tiba di tanah adalah sama, yaitu $v_t=\sqrt{v_0^2+2gH}$. Adapun pesan yang ingin disampaikan oleh fakta ini adalah bahwa untuk gerak benda di bawah pengaruh gaya konservatif tidak ditentukan oleh lintasannya, melainkan hanya bergantung pada posisi awal dan posisi akhir. Dengan demikian berlaku Hukum Kekekalan Energi Mekanik yaitu jumlah energi kinetik dan energi potensial di setiap tempat adalah sama. $mgH + \frac{1}{2}mv_0^2 = 0 + \frac{1}{2}mv_t^2$. Inipun akan memberikan jawaban yang sama yaitu $v_t = \sqrt{v_0^2 + 2gH}$.

Gambar 2. Foto-foto Kegiatan Pengabdian

Setelah menyelesaikan proses pembimbingan, kami dari tim pengabdian melakukan diskusi dan tanya jawab dengan guru dan juga siswa tentang pembelajaran dengan metode HOTS ini. Dari pihak guru mengatakan bahwa siswa kurang terbiasa dengan soal tipe HOTS dikarenakan guru jarang melatih siswa dengan soal tipe ini. Kemampuan konsep dasar matematika dan juga fisika yang kurang juga membuat guru merasa enggan melatih soal-soal bertipe HOTS. Melatih soal tipe ini juga membutuhkan waktu yang cukup banyak agar bisa difahami dengan baik oleh siswa, sementara di sisi lain kurikulum menuntut agar pokok bahasan dalam satu semester harus habis diajarkan. Dari pihak siswa mengatakan bahwa mereka bisa memahami soal bertipe HOTS ini asal mendapatkan bimbingan yang cukup, bahkan mereka merasa senang dan termotivasi setelah bisa menyelesaikan soal di bawah bimbingan tim pengabdian. Namun mereka mengakui kelemahan penguasaan konsep dasar matematika maupun fisika yang mereka miliki.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil pelaksanaan kegiatan pengabdian dapatlah disimpulkan sebagai berikut:

1. Siswa dapat memahami dengan baik konsep-konsep dasar matematika maupun fisika yang diberikan oleh Tim Pengabdian, karena tersaji secara sistematis, logis, serta dengan bahasa yang sederhana, sebagai bahan pengetahuan dasar untuk menyelesaikan soal-soal bertipe HOTS.
2. Secara umum siswa masih mengalami cukup banyak kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal bertipe HOTS dikarenakan dibutuhkan sejumlah pengetahuan konsep matematika maupun fisika yang cukup memadai. Namun siswa merasa bisa memahami soal bertipe HOTS ini asal mendapatkan bimbingan yang cukup.
3. Metode pembelajaran tipe HOTS ini sangat baik dalam melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa, sehingga dalam kegiatan pembelajaran perlu dipertimbangkan untuk diterapkan secara terencana untuk membiasakan siswa berpikir kritis.

Saran

Beberapa hal yang disarankan terkait pembelajaran dengan metode HOTS ini, antara lain:

1. Diperlukan suatu proses latihan yang kontinu untuk membiasakan siswa menyelesaikan soal tipe ini.
2. Guru harus memfasilitasi siswa dengan sejumlah soal-soal bertipe HOTS. Di samping itu guru juga harus mau melatih siswa dalam penyelesaiannya, sambil mengidentifikasi dimana letak kesulitan siswa. Solusi dari soal tipe HOTS perlu disampaikan pada tahap akhir proses pembelajaran sebagai pembanding apa yang telah dikerjakan siswa.

DFTAR PUSTAKA

Fuaddilah A.S. (2019). "Implementasi HOTS Pada Kurikulum 2013". *Jurnal Inventa*, 1 (Maret 2019).

Nugroho, A. (2018). *HOTS (Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi: Konsep Pembelajaran Penilaian dan soal-soal).* Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia

Ridwan A.S. (2019). *Pembelajaran Berbasis HOTS.* Tanggerang: Tira Smart.

Rutherford, J. F. & Ahlgren, A. (1990). Science for All American. New York: Oxford University Press.

Sharma, R.C. (1981). Modern Science Teaching. New Delhi: Dhanpat Rai & Sons.

Suma, K. (2003). Pembekalan Kemampuan-kemampuan Fisika bagi calon guru. Disertasi Doktor pada PPS UPI Bandung: tidak diterbitkan.