

ALUR PENALARAN SISWA DALAM *PHYSICS PROBLEM SOLVING* DITINJAU DARI PERSPEKTIF *EPISTEMIC GAMES*: TIPE ANSWER-MAKING

Sabir¹, Jusman Mansyur dan Sahrul Saehana²

Sabir_Fisika@yahoo.com, jusmansyurfis@yahoo.com, oel_281@yahoo.com

¹Mahasiswa Program Studi Magister Pendidikan Sains Universitas Tadulako

²Dosen Program Studi Magister Pendidikan Sains Pascasarjana Universitas Tadulako

Abstract

The research aimed to construct and to describe students' reasoning map in physics problem solving by applying AMEG perspective. The research instruments consisted of respondent selection test, reasoning test and interview protocol. Respondents were six students from a senior high school in Palu. Data were collected through thinking-aloud and interview. The activities were recorded by video camera. The data of interview were used to support data analysis results of thinking-aloud. Data analysis of reasoning map used AMEG perspective where there is two methods that is Answer Justification(AJ) method and Reasoning Answer(RA). Based on the data analysis, it could be stated that students' reasoning map was influenced by their conceptual mastery and mathematic ability. Construction of students' reasoning map in physics problem solving was influenced by memory and intuition. It is needed further research to study productivity of problem solving for the each reasoning plot.

Keywords: *Plays the AMEG, reasoning map, physics problem solving, thinking-aloud.*

Paradigma baru dalam dunia pendidikan saat ini menurut para peneliti pendidikan bahwa pengetahuan baru dikonstruksikan berdasarkan pengetahuan terdahulu. ^[4]Redish menyatakan bahwa peran pendidik dalam paradigma tersebut adalah untuk membantu siswa membangun pengetahuan baru. Untuk membantu siswa, pendidik harus mampu menentukan apa yang mereka pikirkan dan mengapa mereka membuat kesalahan atas apa yang mereka lakukan. Artinya, pendidik harus mampu menggambarkan dan memahami bagaimana siswa membangun pengetahuan baru.

Setiap individu memiliki perbedaan dalam cara berpikir ketika diperhadapkan pada suatu masalah yang harus dipecahkan. Mereka memiliki alur berpikir yang berbeda-beda antara individu yang satu dengan individu yang lainnya ketika harus menyelesaikan masalah yang sama. Dalam penyelesaian masalah (*problem solving*) fisika yang menuntut penguasaan konsep, individu dapat memiliki cara kerja yang berbeda sesuai dengan penguasaan materi yang berhubungan dengan soal yang bersangkutan bahkan dapat juga menggabungkannya dengan

konsep fisika yang relevan.

^[3]Tuminaro and Redish menyatakan bahwa dalam pembelajaran fisika sering kali perhatian para guru fisika hanya pada materi dan menjawab soal-soal fisika dengan benar. Mereka cenderung tidak berupaya mencari cara bagaimana mempelajari fisika dan bagaimana solusi untuk pemecahan masalah fisika secara efektif.

Struktur pengetahuan seorang individu tergantung pada isyarat yang dirasakan oleh individu dan bagaimana isyarat tersebut diinterpretasikan. Isyarat yang dimaksud adalah permasalahan yang ditemui oleh individu tersebut. Setiap individu harus dapat menggunakan karakteristik yang relevan dari masalah untuk mengaktifkan struktur pengetahuan yang membantu mereka memecahkan masalah. Lebih lanjut dituliskan bahwa setiap orang mengkodekan atau menafsirkan informasi secara berbeda. Hal ini dapat menyebabkan setiap orang dapat mengaktifkan struktur pengetahuan yang berbeda ketika disajikan isyarat yang sama. ^[2]

[1]Chen mengemukakan sebuah permainan epistemik baru yakni membuat jawaban dalam perspektif *epistemic game*. Tujuan utama *answers making epistemic games* (AMEG) adalah untuk menghasilkan jawaban atas masalah yang dituliskan dalam lembar kerja yang dikerjakan secara berkelompok dengan beberapa kemungkinan adanya kebenaran dalam jawaban siswa.

Alur penalaran dalam permainan epistemik ini adalah siswa bertanya pada diri sendiri apakah mereka mengingat jawaban untuk masalah yang diberikan. Jika tidak, mereka dapat menggunakan intuisi dalam menjawab permasalahan yang diberikan. Jika mereka dapat mengingat atau menggunakan intuisi dalam menjawab pertanyaan maka mereka cenderung memulai jawaban yang mengarah pada kebenaran jawaban dengan cara *answers justification* (AJ). Jika tidak, mereka memulai penalaran yang mengarah pada cara *Reasoning Answers* (RA).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyusun dan mendeskripsikan alur penalaran siswa dalam *physics problem solving* dengan menggunakan perspektif *epistemic games: tipe answer-making*.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kualitatif, yaitu peneliti mengumpulkan data dengan cara langsung pada situasi tempat penelitian. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif, yaitu menggambarkan berbagai kondisi dan situasi mengenai alur penalaran siswa dalam menyelesaikan soal fisika yang diberikan.

Subyek penelitian ini adalah 28 orang siswa Kelas XI sebuah SMA swasta di Kota Palu. Responden penelitian ditentukan dengan menggunakan tes seleksi responden. Pemilihan responden berdasarkan kemampuan siswa, karakteristik penyelesaian soal oleh siswa, dan kecenderungan penggunaan cara AJ atau cara RA menurut perspektif AMEG dalam penyelesaian soal yang diberikan.

Berdasarkan aspek tersebut, terpilih 6 responden yang kemudian ditetapkan setelah responden-responden tersebut menyatakan kesiapannya untuk meluangkan waktunya dalam mengerjakan soal untuk analisis alur penalaran dan menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam wawancara.

Pengumpulan dilakukan melalui *problem solving* dalam format *one-on-one thinking-aloud* yang diikuti dengan *semi-structured interview*. Dalam prakteknya, responden diberikan soal fisika pemahaman konsep dan selama kegiatan tersebut responden mengungkapkan secara lisan dan tertulis apa yang ada dalam pikirannya (*thinking-aloud*). Kegiatan *problem solving* direkam dengan menggunakan *video camera*. Kegiatan *thinking-aloud* untuk setiap responden dimulai dengan sesi latihan dengan menggunakan soal sederhana. Wawancara dilakukan segera setelah responden menyelesaikan soal dalam *thinking-aloud*. Sesi wawancara bersifat *semi-structured interview* artinya wawancara dilakukan mengacu pada panduan wawancara namun dapat berkembang pertanyaan yang lain sesuai dengan situasi pada saat proses ini berlangsung dan pertanyaan itu tetap berkisar mengenai konsep dan jawaban yang diberikan oleh responden. Hasil TA dan wawancaranya kemudian dibuatkan transkrip.

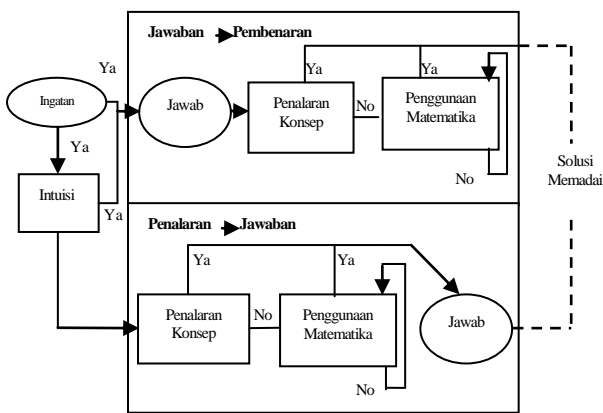
Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah: (1) Soal essay (uraian) yang digunakan untuk menyeleksi responden. (2) soal pemahaman konsep fisika yang diselesaikan oleh responden melalui *thinking-aloud*. Hasil *thinking-aloud* ini selanjutnya digunakan untuk menganalisa alur penalaran responden dalam menyelesaikan soal tersebut. (3) panduan wawancara berupa pertanyaan-pertanyaan yang akan diajukan kepada responden saat wawancara berlangsung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penilaian dari hasil *thinking-aloud* serta wawancara telah didapatkan informasi mengenai alur penalaran

siswa menyelesaikan soal yang diberikan. Kemampuan tiap responden dalam menyelesaikan soal ini akan diuraikan tanpa melihat perolehan skor responden karena yang ingin dilihat adalah alur penalaran masing-masing responden.

Alur penalaran siswa dalam *physics problem solving* jika ditinjau dari perspektif *Epistemic Games: tipe Answer-Making* diperoleh dengan mengacu pada struktur dari permainan AMEG yang terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1.

Chen *et al.* (2013) merumuskan sebuah permainan epistemik baru untuk menggambarkan alur berpikir siswa lewat peta penalaran dalam pemecahan masalah ilmiah dengan fokus keseluruhan pada pemahaman konseptual. Kerangka kerja ini didasarkan pada dua cara membuat jawaban dari penyelesaian soal, yaitu: a) cara AJ, b) Cara RA seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Berdasarkan struktur dari permainan AMEG seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1, dapat digambarkan alur penalaran siswa dalam *physics problem solving* dengan terlebih dahulu menganalisis hasil pekerjaan siswa yang terdapat pada lembar jawaban, hasil *thinking aloud*, dan hasil wawancara siswa dengan menggunakan simbol-simbol *flowchart* seperti yang diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Simbol-simbol *flowchart*

No	Simbol	Nama	Fungsi
1.		Terminator	Permulaan/akhir program
2.		Garis Alir (<i>flowline</i>)	Arah aliran program
3.		Proses	Proses perhitungan/proses pengolahan data
4.		<i>Decision</i>	Perbandingan pernyataan, penyeleksian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya

Berikut disajikan data proses *problem solving* keenam responden untuk soal yang sama.

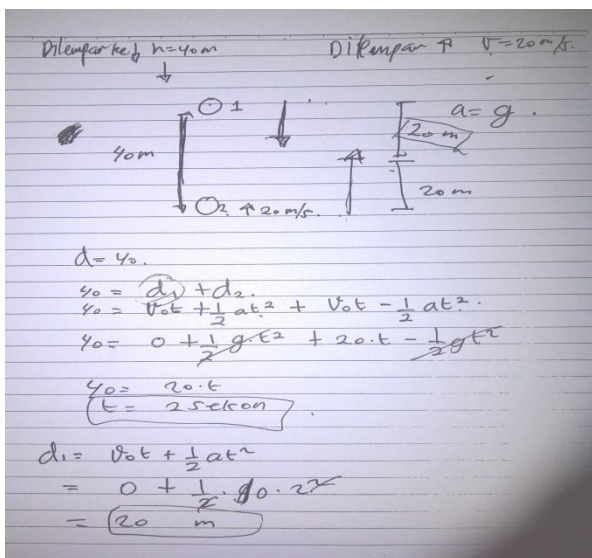
Bola A dijatuhkan bebas dari suatu ketinggian 40 m. Pada saat yang sama bola B dilempar ke atas dengan kecepatan 20 m/s.

- Kapan dan dimana bola A dan bola B bertemu?
- Berapa kecepatan kedua bola saat tiba di tanah?

Responden-1 (R1) mengawali penyelesaian soal dengan mengidentifikasi seluruh konsep yang diketahui mulai dengan membaca pertanyaan, mengulangi pertanyaan untuk memvisualisasikannya dalam situasi nyata lalu menggambar diagram yang menunjukkan model gambar yang dimaksud soal, selanjutnya dengan menentukan dua arah gerak benda pada diagram yang ada, serta menunjukkan data pada diagram di lokasi yang tepat. Hal ini tampak dari kutipan transkrip TA oleh R₁ pada soal seperti berikut ini :

“Oh berarti yang ini dilempar ke bawah yang ini dilempar ke atas dengan kecepatan awal 20 m/s. Kapan dan dimana bola A dan bola B bertemu? Kapan dan dimana? Eee...inikah dari $h = 40\text{ m}$, ini sama dengan 20. Berarti kalau kita analogikan disini satu disini 40 m ketinggian, baru yang satu disini dilempar dengan kecepatan 20 m/s.

Penalaran konsep menjadi tahap selanjutnya yang dilakukan oleh R₁ dengan merumuskan prinsip yang dapat diaplikasikan untuk menyelesaikan soal. Selanjutnya, proses penalaran konsep fisika dan merepresentasikan konsep fisika tersebut ke dalam penggunaan matematika di tahap penyelesaian soal ini. Tahapan dalam penalaran matematis dilakukan oleh R₁ mulai dari tahapan memproses, menginterpretasikan sampai pada tahap evaluasi. Tahap evaluasi ini berupa jawaban akhir dari penyelesaian soal. Seperti yang diperlihatkan dari lembar jawaban R1 pada Gambar 2.

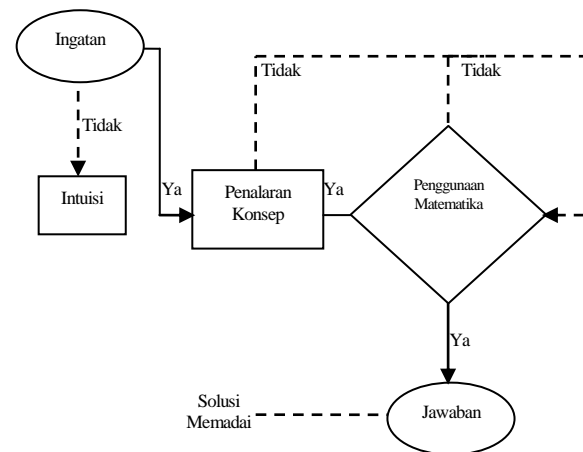


Gambar 2. Jawaban tertulis R1

Ketika dalam sesi wawancara, ditanyakan tentang alasan penggunaan penalaran konsep dan matematika dalam penyelesaian soal, R₁ menyatakan Eee...karena kita harus liat dulu apa yang sebenarnya terjadi secara...cara bagaimana terjadi? Baru kita fomulasikan. Tidak mungkin kita langsung tulis toh. Kita

harus gambarkan dulu kita haruskan sketsa yang terjadi sehingga kita bisa tau apa yang harus kita lakukan dengan itu.

Berdasarkan transkrip TA, lembar jawaban, dan transkrip wawancara pada soal ini, maka dapat digambarkan alur penalaran R1 seperti Gambar 3.



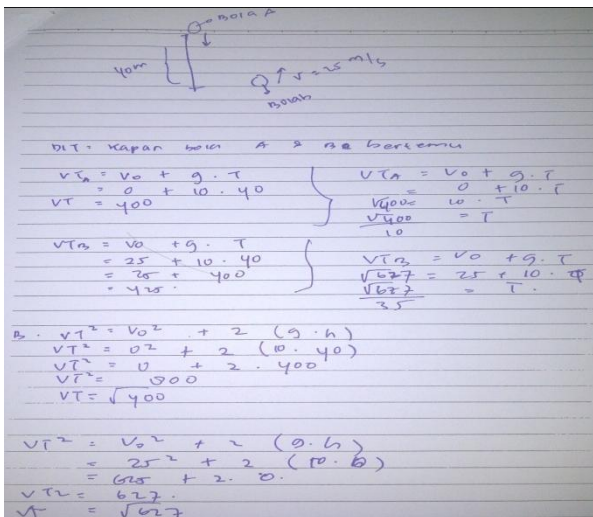
Gambar 3. Alur penalaran R1

Berdasarkan hasil identifikasi jawaban Responden-2 (R2) pada soal dapat dijelaskan bahwa dalam menyelesaikan soal langkah pertama yang dilakukan oleh R2 adalah membuat sebuah diagram yang menunjukkan model gambar yang dimaksud soal. Kemudian, penalaran konsep sebagai elemen kognitif dalam intuisi fisika digunakan oleh R₂ untuk mengidentifikasi konsep yang akan digunakan dalam mengerjakan soal ini. Bentuk pemetaan makna fisika dalam matematika yaitu membangun cerita tentang peristiwa fisika tampak pada proses TA berikut ini :

“Ini bola A, bola A dengan ketinggian 40 m yang sama bola dilempar ke atas dengan kecepatan dan bola B ini turun ke bawah ini naik ke atas. Kecepatan bola B naik = 25 m/s dan yang ditanya, kapan bola A dan bola B bertemu? Ee... $v_t = v_0 + g \cdot t$ dan v_0 itu 0 + 10 ketinggiannya 40 m. $V_t = 400$ sedangkan ini $v_B = v_0 + g \cdot t = 25$ ee... $25 + 10 \cdot 40$ itu sama dengan $25 + 400$ itu = 425. Sedangkan yang B ditanya berapa kecepatan kedua bola saat tiba ditengah? Eee... ini, salah. Ini $v_t^2 = v_0 + 2gh$... itu $v_t^2 = 0^2 + 2 \cdot 10 \cdot 40$... ini $v_t^2 = 0 + 2 \cdot 400 = 800$ v_t^2 ... $v_t =$

akar 400... trus $v_t^2 = v_o^2 + 2.gh...v_o = 25^2 + 10.h ...$
 $625 + 2 \{...\}$ ini nol, jadi ini 627 ... $v_t = \text{akar } 627$
 ...ee...ulangi ini tadi $v_t A = v_o t$ bagi $t ...v_o$ nya nol + 10t
 ...ee...ini 10t ini v_t Anyanya tadi akar 400 ini akar **400/10**
 $= t$. Sedangkan yang ini $v_t B = v_o + gt$ ini $25 + 10.t ...$
 akar 62...akar 627. **Akar 627/35 = t**. Sudah.

Langkah selanjutnya R₂ menggunakan matematika dalam tahapan penyelesaian soal ini sebelum diperoleh jawaban dari hasil perhitungan. Penggunaan matematika yang dominan disoal ini menunjukkan bahwa R₂ tidak melibatkan intuisi dalam penyelesaian soal. Akan tetapi penalaran konsep yang dipilihnya untuk menjawab meskipun pada akhirnya konsep yang digunakan untuk menjawab soal ini keliru. Hasil kerja R₂ pada Gambar 4 di bawah ini menunjukkan tahapan penggunaan penalaran konsep dan matematika dalam proses penyelesaian soal.

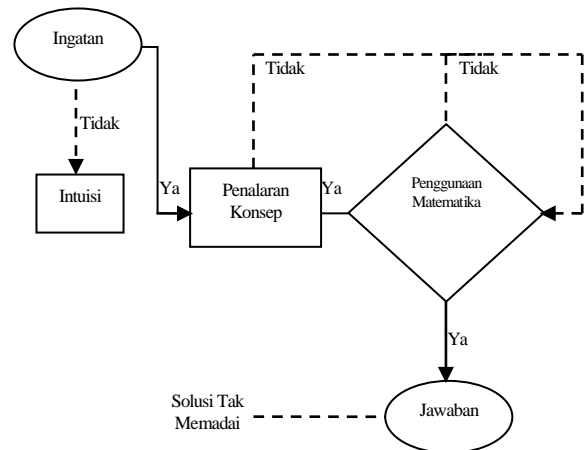


Gambar 4. Jawaban tertulis R2

Langkah terakhir oleh R₂ setelah menggunakan matematika dalam proses penyelesaian yaitu justifikasi dari R₂ mengenai jawaban yang diperoleh dengan pernyataan bahwa solusi yang didapatkan keliru. Kekeliruan ini kata R₂ disebabkan adanya kesalahan dalam pemilihan rumus fisika dan proses perhitungan yang salah. Proses perhitungan yang berulang tidak begitu membantu R₂ untuk menemukan jawaban yang tepat. Ketika ditanya dalam sesi wawancara tentang kekeliruan tersebut R₂ menjelaskan ee....

menurut saya ini sedikit keliru karena ada salah rumus dan hitungan yang agak sedikit salah, keliru.

Berdasarkan hasil analisa dari lembar kerja, transkrip TA dan wawancara maka alur penalaran R₂ seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Alur penalaran R2

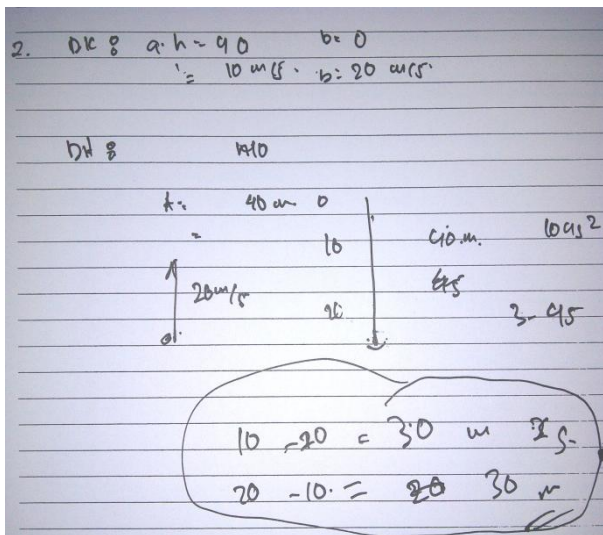
Proses identifikasi untuk penyelesaian soal yang dilakukan oleh R₃ berupa alur berpikir dengan langkah pertama yang dilakukan adalah mencoba mengingat kembali konsep fisika yang akan digunakan untuk menjawab pertanyaan setelah membaca soal. Berikut transkrip TA R₃:

“Nah...kalau inikan diketahui v_1 h-nya 40 meter bola A...yang B berarti nol. Kalau yang B dilempar dengan kecepatan 20 m/s...yang A dijatuhkan bebas berarti dia mengalami kecepatan yang sama dengan percepatan gravitasi yaitu 10 m/s. Nah, kalau untuk yang ini saya tidak tau rumus pastinya Cuma saya bisa menghubungkannya dengan konsep yang dimana...yang dimana jika 4...dia jatuh dari 4...40 m. Nah, bola A ini jatuh dari ketinggian 40 m. Otomatis dalam dia akan samapi di tanah yang jaraknya 40 meter itu dalam waktu 4 sekon karena dia akan...karena ia akan mengalami percepatan oleh gravitasi itu sendiri yaitu 10 m/s²”.

Selanjutnya, R₃ menuliskan simbol-simbol yang diketahui untuk dan menggambar diagram pola berpikir matematis dalam menjawab pertanyaan. Intuisi fisika digunakan

oleh R₃ sebagai pilihan setelah gagal mengingat konsep yang terdapat pada soal ini.

Penalaran konsep yang sudah benar coba diterapkan R₃ pada awal penyelesaian soal. R₃ kembali tidak mengingat persamaan atau rumus matematis dari konsep yang terdapat pada soal. R₃ menggunakan logika matematis dalam proses bernalar untuk dapat menjawab pertanyaan. Berikut lembar kerja R₃ yang memperoleh jawaban dari hasil bernalar menggunakan logika matematis tampak pada Gambar 6.

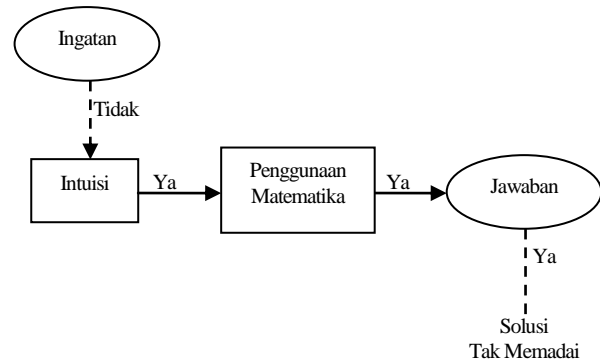


Gambar 6. Jawaban tertulis R₃

Penggunaan intuisi untuk menyelesaikan soal di tahap ini diperlihatkan oleh R₃ ke dalam bentuk permainan logika matematis untuk menjawab pertanyaan. Ketika mengapa menggunakan logika matematis, R₃ menyatakan: saya...kan ini *sebenarnya ada rumusnya cuman saya tidak tau jadi kalau saya melihat dari konsep terlebih dahulu bagaimana apa...bagaimana konsep dari suatu bola...suatu benda yang dijatuhkan ...suatu benda yang diberi gaya gerak jatuh bebas dan bagaimana sebuah benda yang diberi gaya ke atas. Jadi, saya liat dari konsep itu sendiri baru saya analisa sendiri menggunakan apa...konsep yang saya ketahui.*

Alur penalaran yang diperlihatkan oleh R₃ pada soal ini adalah alur penalaran yang

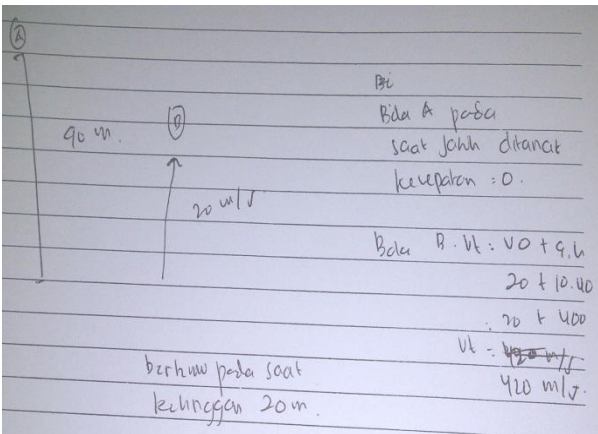
mengutamakan intuisi dalam menjawab pertanyaan. Ketika R₃ tidak mengingat rumus fisika untuk konsep yang diketahuinya maka intuisi permainan logika matematis menjadi pilihan untuk menjustifikasikan jawaban. Pola penalaran ini mengikuti metode AJ dalam permainan AMEG. Berikut alur penalaran R₃:



Gambar 7. Alur penalaran R₃

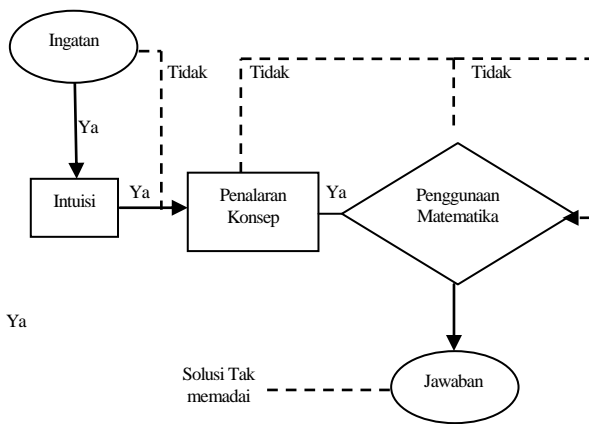
Tahap pertama alur penalaran R₄ yaitu menggambar diagram yang mendeskripsikan model soal yang dimaksud. Kemudian, intuisi digunakan R₄ sebagai langkah awal untuk menjawab pertanyaan. Penggunaan elemen kognitif dalam intuisi fisika berupa penalaran konsep digunakan oleh R₄ untuk mengidentifikasi konsep yang akan digunakan dalam mengerjakan soal ini.

Langkah selanjutnya R₄ merasa bingung untuk penggunaan konsep yang diterapkan pada soal ini dan menyalin jumlah peristiwa fisika ke konsep matematika. Ini menunjukkan bahwa R₄ membenarkan intuisi dan penalaran konsep yang dipilihnya untuk jawaban meskipun pada akhirnya konsep yang digunakan untuk menjawab soal ini sudah tepat. Pernyataan ini tampak jelas pada lembar jawaban R₄ berikut:



Gambar 8. Jawaban tertulis R4

Langkah terakhir, R₄ menafsirkan arti dari jawaban yang diperoleh dengan pernyataan bahwa jawabannya tidak menyebutkan harga *t*, melainkan harga *v* yang diperoleh dari hasil perhitungan. R₄ menjelaskan hal ini dalam kutipan di akhir sesi wawancara sebagai berikut: *Itu tadi, bola A dan bola B akan bertemu di kecepatan 20 m/s dan di ketinggian 20 m. Berdasarkan hasil di atas alur penalaran R4 disajikan pada Gambar.*



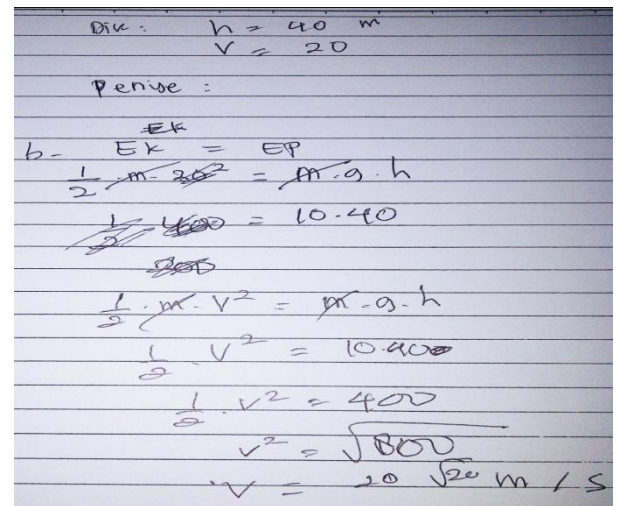
Gambar 9. Alur penalaran R4

Soal ini dikerjakan oleh R₅ dengan cara menuliskan simbol-simbol atau besaran fisika yang diketahui. Berikut disajikan data transkrip TA R₅:

Bola A dijatuhkan dari ketinggian 40 m. Pada saat yang sama bola B dilempar ke atas dengan kecepatan 20 m/s. Pertanyaan pertama, kapan dan

dimana bola A dan bola B bertemu? Berarti waktu dan jarak tidak saya tidak tau rumusnya. Boleh saya kerja yang b dulu. $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ baru $E_p = m.g.h$ saya abaikan massanya, baru $\frac{1}{2}.400 = 10.40$ berarti 200, ee...tapi saya tidak tau h-nya. [...]. Ooh disini tidak ditau v-nya. Eem... $\frac{1}{2}mv^2 = m.g.h$, $\frac{1}{2}$ hapus ini v^2 , g-nya $10.40 = 400$. $\frac{1}{2}v^2 = 400$ berarti sama dengan $400.2 = 800$. Akar 800 berapa tuh...eh 20 akar 2...hasilnya 20 akar 20 m/s.

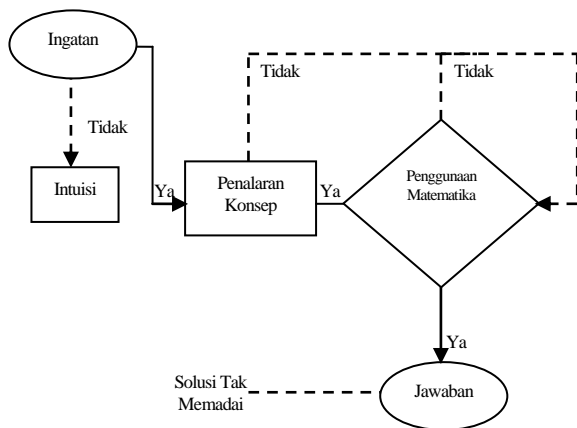
R₅ tidak menyelesaikan soal bagian a karena tidak dapat mengetahui konsep atau rumus fisika apa yang akan digunakan. Proses penyelesaian soal bagian b memperlihatkan bahwa penggunaan matematika dominan pada tahap ini. seperti yang terlihat dalam Gambar 10..



Gambar 10. Jawaban tertulis R5

Langkah selanjutnya R₅ menyalin jumlah peristiwa fisika ke konsep matematika untuk diaplikasikan dalam perhitungan sebelum diperoleh jawaban. Penggunaan matematika ditahap ini diakui R₅ dalam kutipan wawancara berikut: *“Konsep matematika, pake rumus. Saya pake rumus saja”*.

Pola penalaran yang diperlihatkan R₅ ini mengikuti alur penalaran metode RA. Ketika R₅ merasa konsepnya keliru karena tidak memahami konsep maka proses penggeneralisasian jawabanpun dilakukan untuk membenarkan kembali intuisi jawaban yang diperoleh. Alur penalaran R₅ terlihat pada Gambar 11.

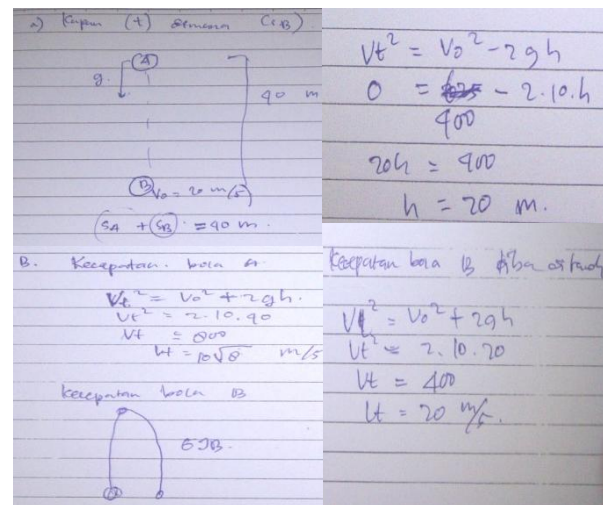


Gambar 11. Alur penalaran R5

Soal ini dikerjakan oleh R₆ dengan langkah awal mengidentifikasi seluruh konsep yang diketahui mulai dengan membaca pertanyaan, mengulangi pertanyaan untuk memvisualisasikannya dalam situasi nyata lalu menggambar diagram yang menunjukkan model gambar yang dimaksud soal. Hal ini tampak dari kutipan transkrip TA R₆ pada soal berikut ini:

“Jadi, kapan berarti (t) dan dimana? Dimana...misalnya (s) dari bola B. Ya, diketahui kan seperti ini bola A dan disini bola B. Bola A mengalami gerak jatuh bebas, sedangkan bola B dilempar vertikal ke atas dengan $v_0 = 20 \text{ m/s}$. Emm...berarti, jarak yang ditempuh $S_A + S_B = 40 \text{ m}$ ”.Maka kita mesti hitung dulu ketinggianya [...] dimana titik tertinggi yang dapat dia capai? $v_t^2 = v_0^2 - 2gh$. Ee...kecepatan akhirnya pasti sama dengan nol. $v_0^2 = 625 - ee..20^2$ jadi $400 - 2.10.h$ berarti $20h = 400$, $h = 20 \text{ m}$. Sehingga kecepatan bola B tiba di tanah $v_t^2 = v_0^2 + 2gh$. $v_t^2 = 0 + 2.10.20$ $v_t^2 = 400$. Jadi, $v_t = \text{akar } 400 = 20 \text{ m/s}$ ”.

Proses penalaran konsep fisika dengan melibatkan ingatan pada suatu rumus fisika dapat membantu R₆ untuk menjawab pertanyaan dalam soal. Implementasi matematika ke dalam rumus fisika mempermudah R₆ untuk memecahkan masalah dalam soal. Jawaban yang diperoleh menghasilkan solusi yang tepat untuk digeneralisasikan. Pernyataan ini dapat dilihat dari hasil kerja R₆ berikut:

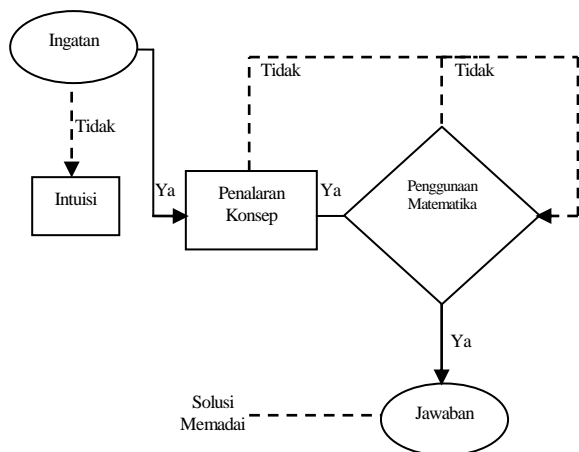


Gambar 12. Jawaban tertulis R6

Ketika dalam sesi wawancara, ditanyakan tentang alasan penggunaan penalaran konsep dan rumus matematika dalam penyelesaian soal, R₆ menyatakan bahwa Bola A kan jatuh bebas ke bawah, bola B itu gerak vertikal ke atas. Jadi, pasti ada suatu harga nilai t yang dimana pada t segitu kecepatan...ee...salah. Jarak mereka berdua itu dijumlahkan 40 m. Nah, tapi saya masih belum begitu dapat tadi utak-atik rumus itu seperti apa begitu. Nah, terus yang b...ee...jadi kalau inikan bisa dihitung matematis yang a gerak jatuh bebas dan b gerak vertikal ke atas ternyata kecepatan yang B sama.

Hasil kerja menunjukkan bahwa R₆ mengikuti tahap penalaran matematis mulai dari tahap memproses, menginterpretasikan sampai pada evaluasi. Tahap evaluasi ini berupa jawaban akhir dari penyelesaian soal. R₆ dalam perhitungan matematis tidak mendapatkan nilai t yang ditanyakan. Selanjutnya, penggunaan rumus gerak vertikal atas hanya mampu menyelesaikan nilai h pada pertanyaan bagian b sedangkan pertanyaan bagian a (menghitung t) tidak terselesaikan. Ini kemungkinan disebabkan Responden tidak merepresentasikan dengan baik apa yang ditanyakan dalam redaksi soal. Secara keseluruhan dapat ditarik kesimpulan bahwa jawaban yang didapatkan dari tahap

akhir ini adalah solusi yang tepat. Adapun alur penalaran R₆ di atas tampak pada Gambar 13.



Gambar 13. Alur penalaran R₆

Berdasarkan analisis terhadap keenam responden di atas jelas terlihat perbedaan alur berpikir mereka dalam membuat suatu jawaban. Meskipun diberikan soal yang sama, responden menghasilkan alur penalaran yang berbeda. Alur penalaran yang berbeda ini diperoleh dari tingkat pemahaman konsep mereka dalam penggunaan dua metode permainan AMEG dalam membuat jawaban yaitu metode *Answer Justification* (AJ) dan *Reasoning Answer* (RA).

Metode RA banyak digunakan oleh responden dalam membuat jawaban. Sebagai contoh R₁ yang memiliki kemampuan bernalar sangat baik mengikuti metode RA dalam menjawab pertanyaan dan menghasilkan jawaban yang tepat. Setiap tahap dalam alur berpikir dengan cara AMEG tercakup dalam proses *problem solving* yang dilakukannya. Mulai dari ingatan, penalaran konsep, penggunaan matematika hingga membuat jawaban sebagai solusi akhir dari permainan epistemik.

R₃ cenderung melewati proses pemecahan masalah dengan mengandalkan logika berpikirnya sesuai dengan kondisi yang dialami dalam kehidupan nyata dan kemudian diinterpretasikannya dalam penyelesaian yang

sederhana sehingga menghasilkan alur berpikir yang lebih sederhana dibandingkan dengan R₁.

R₂ dan R₅ lebih cenderung menyelesaikan soal yang diberikan secara matematis tanpa meninjau konsep terkait lebih mendalam sehingga alur penalaran menghasilkan jawaban yang keliru. Ketika tidak yakin dengan jawaban intuisi mereka berpikir lagi untuk membenarkan jawaban dengan matematika. Responden R₄ dan R₆ dalam *problem solving* lebih cenderung menganalisis penyelesaian soal yang diberikan dengan menggambarkan kondisi yang dimaksudkan dengan soal. Berdasarkan konsep yang dipahami, R₄ dan R₆ kemudian menyelesaikan soal secara matematis hingga memperoleh hasil yang diharapkan oleh responden tersebut. R₆ dapat menjawab 3 soal dengan tepat dari 4 yang diberikan sedangkan R₄ memperoleh jawaban yang keliru dari 4 soal yang diberikan.

Uraian di atas menunjukkan bahwa dalam menyelesaikan soal yang sama, setiap responden memiliki alur berpikir yang berbeda bergantung pada penguasaan konsep responden tersebut. setiap siswa memilih cara yang berbeda dalam *problem solving* yang dilakukannya. Perbedaan itu dipengaruhi oleh daya ingat dan intuisi mereka. Justifikasi jawaban dilakukan jika siswa mengingat suatu konsep dan cenderung akan menggunakan intuisi untuk menggeneralisasikan jawaban apabila mereka tidak mengingat konsep yang digunakan. Kedua cara dalam AMEG ini menghasilkan perbedaan pola berpikir siswa dalam menjawab pertanyaan yang sama.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

Berdasarkan analisis data, dapat dinyatakan bahwa alur penalaran responden dipengaruhi oleh pemahaman konsep dan kemampuan matematis mereka. Faktor yang mempengaruhi terbentuknya alur penalaran yang berbeda oleh setiap responden adalah faktor ingatan dan intuisi.

Rekomendasi

Perlu adanya penelitian kombinasi antara kemampuan ingatan konsep dan intuisi fisis

dalam produktivitas *problem solving* untuk alur penalaran yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada validator ahli yang telah memberikan penilaian terhadap tes yang digunakan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Chen, Y. Paul, W. & Eleanor, C. (2013). *Epistemic Game For Answer Making In Learning About Hydrostatics*. Journal Physical Review Special Topics- Physics Education Research Online, vol. 9, No.02. USA : Collaborative Department Of Physics.
- [2] Sabella, M., and Redish E. (2007). *Knowledge Activation And Organization In Physics Problem Solving*. American Journal of Physics. Melalui <http://www.physics.umd.edu/perg/papers/sabella/S%26R.pdf>. Diakses 17 Juni 2013.
- [3] Tuminaro J and Redish, E. (2007). *Elements Of A Cognitive Model Of Physics Problem Solving : Epistemic Games*. Journal Physical Review Special Topics- Physics Education Research Online, vol. 3, No.02. USA : Department Of Physics, University Maryland, College Park, Maryland.
- [4] Tuminaro, J. and Redish, E. (2004). *A Cognitive Framework For Analyzing And Describing Introductory Students' Use An Understanding Of Mathematics In Physics*. Department Of Physics, University Maryland, College Park, Maryland. A Dissertation Of Publication.