

ALUR PENALARAN SISWA DALAM *PHYSICS PROBLEM SOLVING* DITINJAU DARI KERANGKA KERJA GREENO

Havid Tandiramma¹, Jusman Mansyur² dan Darsikin²

¹SMA GKST Palu

²Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Tadulako

E-mail : haphidtandiramma@ymail.com, jusmansyurfis@yahoo.com dan darsikinfis@gmail.com

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk menyusun dan mendeskripsikan alur penalaran siswa dalam *physics problem solving* dengan menggunakan kerangka kerja Greeno. Instrumen penelitian yang digunakan terdiri dari tes seleksi responden, tes penalaran dan panduan wawancara. Responden penelitian sebanyak 6 siswa dari sebuah SLTA di Kota Palu. Pengumpulan data melalui kegiatan *thinking-aloud* dan wawancara yang direkam dengan *video camera*. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan data pendukung dalam analisis data hasil *thinking-aloud*. Analisis data mengenai alur penalaran menggunakan kerangka kerja Greeno dimana terdapat kombinasi dari domain abstrak, model, konkrit, dan simbolik. Berdasarkan analisis data, dapat dinyatakan bahwa alur penalaran responden dipengaruhi oleh penguasaan konsep mereka. Terbentuknya alur penalaran dalam *physics problem solving* yang spesifik diduga terpengaruh oleh pola guru dalam memberikan contoh soal dalam aktivitas pembelajaran. Diperlukan penelitian lanjutan untuk mengkaji produktivitas *problem solving* untuk alur penalaran yang berbeda.

Kata kunci : kerangka kerja Greeno, alur penalaran, *physics problem solving*, *thinking-aloud*

I. Pendahuluan

Setiap individu memiliki perbedaan dalam cara berpikir ketika diperhadapkan pada suatu masalah yang harus dipecahkan. Mereka memiliki alur berpikir yang dapat 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.

Problem solving merupakan proses kognitif yang diarahkan untuk mencapai tujuan ketika tidak ada solusi atau metode yang jelas dari seorang *problem solver*. *Problem solving* merupakan suatu proses dan konteks situasional yang bergantung pada struktur pengetahuan dan pengalaman.

Problem solving pada prinsipnya merupakan suatu aturan atau urutan yang dilakukan oleh seseorang untuk memecahkan suatu masalah dengan dasar pengetahuan konsep yang telah dipelajari sebelumnya (Solaz-Portoles dan Lopez, 2007).

Sabella dan Redish (2007) menyatakan bahwa 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.

J.G. Greeno (Gaigher dan Braun, 2007) menyusun sebuah kerangka kerja untuk pemecahan masalah ilmiah dan penalaran

dengan fokus keseluruhan pada pemahaman konseptual. Kerangka kerja ini didasarkan pada empat domain pengetahuan yaitu: a) domain konkrit, b) domain model, c) domain abstrak dan d) domain simbolik.

Domain konkrit, merupakan domain yang berhubungan langsung dengan situasi nyata yang ditemui dalam bentuk fisik. Domain model, merupakan domain yang berhubungan dengan cara memvisualisasikan maksud soal dalam bentuk skema atau gambar. Domain abstrak, yaitu domain yang berhubungan dengan cara melukiskan sesuatu yang abstrak dalam bentuk pemisalan melalui gambar. Sementara domain simbolik merupakan domain yang berhubungan dengan pemberian simbol untuk setiap besaran yang terdapat dalam soal yang dihadapi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyusun dan mendeskripsikan alur penalaran siswa dalam *physics problem solving* dengan menggunakan kerangka kerja Greeno.

II. 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 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 pemanfaatan domain Greeno dalam menyelesaikan 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.

III. 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 kerangka kerja Greeno diperoleh dengan mengacu pada pengkodean yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kode pemetaan empat domain pengetahuan dari greeno

Langkah	Tindakan siswa	Kode
Diagram dan Informasi	Membaca pertanyaan dan memvisualisasikan dalam situasi nyata	sc
	Mengambarkan sebuah diagram yang menunjukkan model gambar yang dimaksudkan soal	cm
	Memilih sebuah arah gerak benda dan menunjukkan itu pada diagram.	am
	Mengidentifikasi konsep-konsep yang relevan untuk data.	sa
	Mengidentifikasi simbol standar untuk data	as
	Menunjukkan data pada diagram di lokasi yang tepat, mewakili waktu dan tempat.	sm
	Diketahui	Identifikasi konsep yang diketahui
Mengidentifikasi simbol standar untuk konsep yang diketahui		as
Menunjukkan yang diketahui pada diagram.		sm
Analisis	Mengidentifikasi konsep yang relevan untuk situasi konkrit.	ca
	Merumuskan prinsip yang bisa diaplikasikan untuk menyelesaikan permasalahan	as

Berdasarkan kode pemetaan keempat domain dalam kerangka kerja Greeno seperti yang diperlihatkan pada Tabel 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 2.

Tabel 2 Simbol-simbol *flowchart*

No.	Simbol	Nama	Fungsi
1.		Terminator	Permulaan/akhir program
2.		Garis Alir (<i>flowline</i>)	Arah aliran program
3.		Preparation	Proses inialisasi/pemberian harga awal
4.		Proses	Proses perhitungan/proses pengolahan data
5.		Input/output data	Proses input/output data, parameter, informasi
6.		<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.

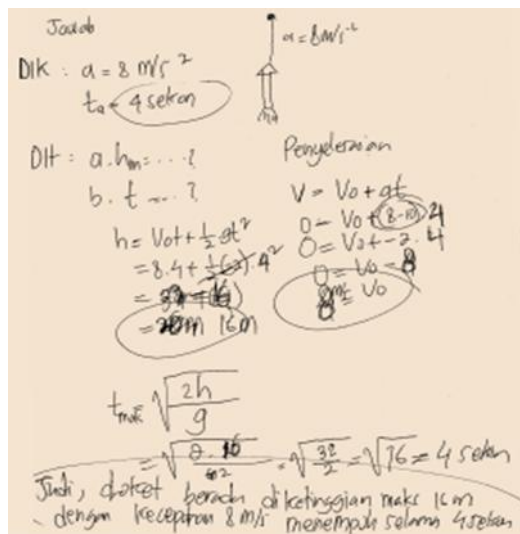
Sebuah roket diluncurkan vertikal ke atas dari tanah dengan percepatan 8 m/s^2 . Bahan bakarnya habis dalam 4 sekon.

- Berapa ketinggian maksimum yang dicapai roket? $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- Berapa lama roket tersebut berada di udara?

Responden-1 (R_1) mengawali penyelesaian soal dengan mengidentifikasi simbol standar yang digunakan untuk data (**as**), kemudian dilanjutkan dengan mengidentifikasi seluruh konsep yang diketahui mulai dengan membaca pertanyaan dan memvisualisasikannya dalam situasi nyata, menggambarkan sebuah diagram yang menunjukkan model gambar yang dimaksud soal, selanjutnya dengan menentukan sebuah arah gerak benda pada diagram yang ada, serta menunjukkan data pada diagram di lokasi yang tepat (**ca, sc, cm, am, sm**). Hal ini tampak dari kutipan transkrip TA R1

berikut ini “[...], nah untuk menjawab soal nomor dua ini **pertama diketahui** percepatannya sama dengan 8 m/s kuadrat, bahan bakarnya habis dalam waktu 4 s , berarti t-anya itu 4 sekon, {-} supaya saya mengerti **saya gambarkan dulu** roket.. roket vertikal ke atas dengan kecepatan., percepatan 8 m/s, kalau roket ke atas berarti kelajuannya bgm eh.. {-}”

Dan juga terlihat dari lembar jawaban R1 seperti pada Gambar 1.

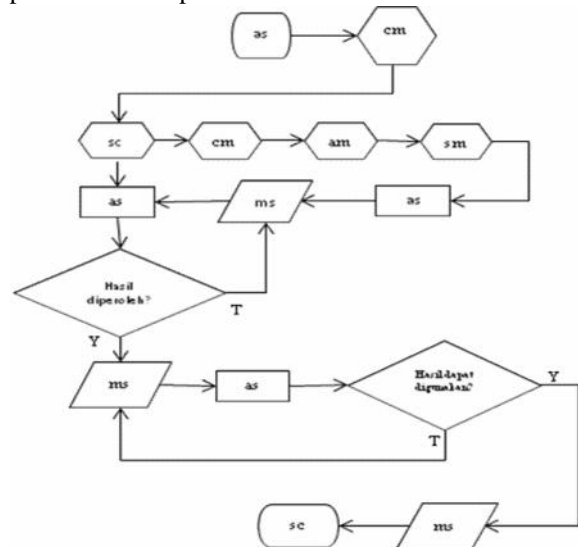


Gambar 1 Jawaban tertulis R1

Ketika dalam sesi wawancara, ditanyakan tentang alasan perlunya menyusun gambar, R1 menyatakan ee..ia, seperti saya sebut, saya uraikan tadi bahwa kalau hal itu melihat kejadian apa yang terjadi di soal, jadi supaya saling memahami. Jadi saya menggambarkan kejadian apa yang terjadi supaya tidak...ee.. salah keliru. Ee... makanya kalau ee dengan menggambarkan soal kita dapat periksa kembali oo begini sampai begini.

Langkah selanjutnya yang dilakukan oleh R1 adalah dengan merumuskan prinsip yang bisa diaplikasikan untuk menyelesaikan soal (as) seperti yang dikutip dari transkrip TA: penyelesaiannya, **vnya sama dengan v₀ + a.t**, eh karena di sini dia ada tulis g berarti ini berkaitan dengan percepatan, berarti **kalau dia ke atas vnya sama dengan nol**, v nolnya berarti dicari tambahanya itu berarti 8 - 10 kali {-}, untuk selanjutnya terdapat sedikit perbedaan dibandingkan langkah pada

soal nomor 1 yakni sebelum mengumpulkan informasi dari diagram dan mensubstitusikannya ke dalam persamaan responden terlebih dahulu menuliskan persamaan yang lainnya yang dapat digunakan untuk memperoleh hasil sesuai dengan yang diharapkan (as) setelah itu baru kemudian responden melanjutkannya dengan mengumpulkan informasi dari diagram dan mensubstitusikannya ke dalam persamaan (ms). Demikian langkah berulang (as, ms) yang dilakukan hingga bisa menyelesaikan semua pertanyaan. Dibagian akhir, R1 menafsirkan arti dari jawaban yang diperoleh dengan merumuskan interpretasi dari hasil yang diperoleh (sc) yang tampak dalam pernyataan R1 : **berarti jadi dari soal roketnya berada ditinggian maksimum 16 m dengan kecepatan 8 m/s. Eh... menempu selama 4 sekon.** Berdasarkan transkrip TA, lembar jawaban, dan transkrip wawancara pada soal ini, maka dapat digambarkan alur penalaran R1 seperti Gambar 2.

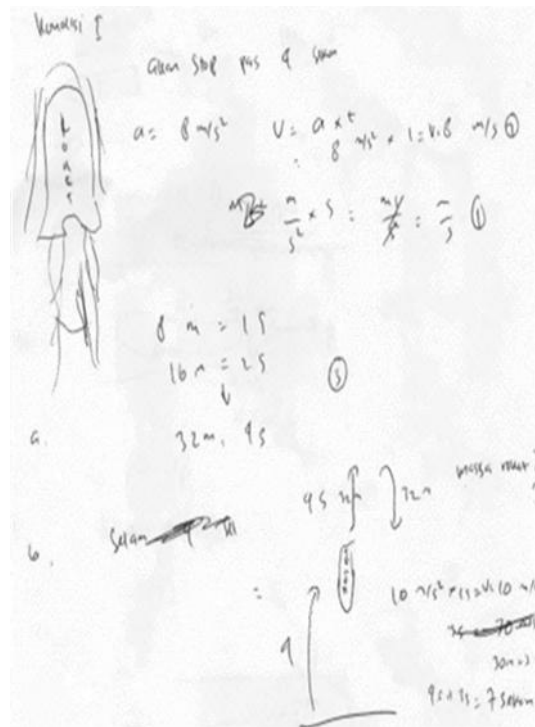


Gambar 2 Alur penalaran R1

Berdasarkan hasil identifikasi jawaban Responden-2 (R₂) pada soal dapat dijelaskan bahwa dalam menyelesaikan soal langkah pertama yang dilakukan oleh R2 adalah menggambarkan sebuah diagram yang menunjukkan model gambar yang dimaksud soal (cm), membaca pertanyaan dan memvisualisasikan dalam situasi nyata (sc) seperti yang diungkapkannya dalam pernyataannya “... berarti , sebuah roket diluncurkan vertikal ke atas dari tanah dengan percepatan 8 m.s, dengan percepatan

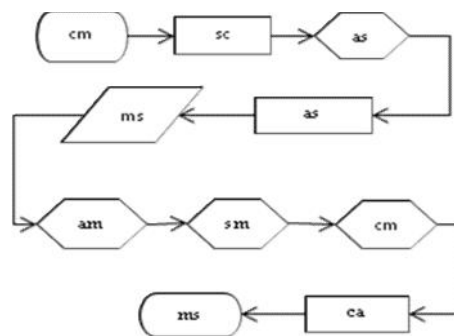
8 m/s² trus bahan bakarnya itu habis dalam... jadi dia ta stop pas 4 sekon...”, selanjutnya R2 mengidentifikasi simbol untuk konsep yang diketahui (**as**) kemudian menuliskan rumus yang relevan untuk menyelesaikan permasalahan (**as**) yang selanjutnya R2 mengumpulkan informasi dari diagram kemudian mensubstitusikannya ke dalam persamaan (**ms**). Dalam sesi wawancara R2 menyatakan: yang pertama saya lakukan itu saya mengamati jawabannya . saya langsung cari untuk kecepatannya dan kalau 10 m/s² ke 8 m/s² itu percepatannya trus eh... m/s kan 8 m/s² berarti kita harus kalikan dengan waktu agar saat dia dikalikan dengan waktu jadi m/s², sekonnnya dikasi mati, jadi tinggal meter per sekon , jadi ketika saya mengetahui kecepatannya 8 , jadi kecepatan dalam 1 sekon itu kan e... 8 m/s berarti kecepatannya 8 meter per 1 sekon dia kan saya bisa mengetahui sudah jadi pas 4 sekon itu berapa meter sudah di karena sesuai dengan ah... sesuai dengan pertanyaan berapa ketinggian pas saat dia maksimum karena pasti maksimumnya itu pas dia berhenti karena tidak mungkin lagi dia naik karena so tiada lagi bahan bakarnya jadi semakin saya mendapatkan kecepatan 8 m/s jadi saya tinggal ah... apa e, 2 sekonnnya itu sampai jadi 4 sekon berarti ee 8 nya ini juga harus sampai dikalikan 4 jadi kalau misalnya 8 m. Sudah 1 s berarti 4 = 32 m. Jadi ketinggian maksimum yang dicapai roket itu 32 meter.

Langkah selanjutnya yang ditempuh oleh R2 adalah menunjukkan arah yang terlukiskan pada diagram (**am**) dan juga melengkapi gambar itu dengan menunjukkan data pada diagram di lokasi yang tepat (**sm**) tampak jelas terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Jawaban tertulis R2

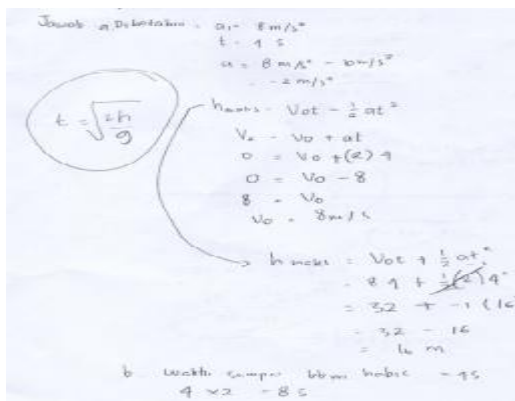
Bagian akhir dari penyelesaian soal oleh R2 ini diakhiri dengan kembali menggambarkan sebuah diagram yang menunjukkan model gambar untuk memudahkan R2 menganalisa soal sebelum akhirnya diakhiri dengan dan mensubstitusikannya ke dalam persamaan hingga disimpulkan dalam satu jawaban (**ms**). Alur penalaran R2 seperti pada Gambar 4.



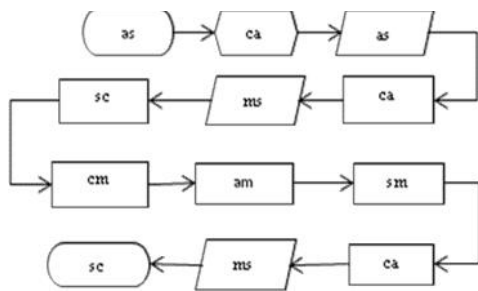
Gambar 4 Alur penalaran R2

Sementara itu langkah pertama yang dilakukan oleh R3 yakni mengidentifikasi simbol untuk konsep yang diketahui (**as**, **ca**)

seperti yang terekam dalam transkrip TA berikut "...diketahui percepatannya percepatan **a** sama dengan 8 m/s^2 terus bahan bakarnya habis dalam waktu 4 s , berarti t sama dengan 4 s terus ee karna dia berlawanan dengan arah gravitasi berarti percepatannya, ini anggap a satu berarti percepatannya sama dengan ee 8 m/s^2 kuadrat dikurang dengan sepuluh m/s^2 kuadrat sama dengan -2 m/s^2 kuadrat...". Selanjutnya dengan merumuskan prinsip yang bisa diaplikasikan untuk menyelesaikan permasalahan (**as**) dan kemudian R3 mengidentifikasi konsep yang relevan untuk situasi konkrit (**ca**) kemudian R3 mengumpulkan informasi dari soal yang kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan untuk memperoleh hasil seperti yang diharapkan (**ms**). Hal ini tampak jelas pada Gambar 5.



Gambar 5 Jawaban tertulis R3



Gambar 6 Alur penalaran R3

Langkah berikutnya berulang kembali dengan identifikasi konsep yang relevan untuk situasi konkrit (**ca**) dan selanjutnya R3 mengumpulkan informasi dari soal yang kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan untuk memperoleh hasil (**ms**).

Bagian akhirnya adalah responden menafsirkan arti dari simbol jawaban dalam istilah pada situasi konkrit (**sc**), sehingga diperoleh alur penalaran untuk R3 seperti pada Gambar 6.

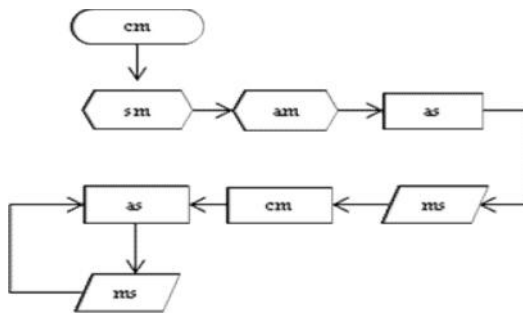
Ditinjau dari pemikiran R4, langkah pertama yang dilakukannya pada soal yakni menggambarkan sebuah diagram yang menunjukkan model gambar yang dimaksud soal (**cm**) dilengkapi dengan simbol, data dan arah sesuai yang dimaksudkan soal (**sm**, **am**, **as**). Ketika ditanyakan tentang apa yang pertama kali dipikirkan, R4 menyatakan: jadi ada roket yang diluncurkan ke atas dengan percepatannya berarti 8 m/s^2 . Dan bahan bakarnya habis dalam 4 sekon , berarti pas eh.. roket itu diluncurkan ke atas percepatannya itu untuk sampai ke atas itu 8 m/s^2 hanya saja pas 4 sekon nya dia habis jadi tidak mencapai yang ke atasnya lagi.

Kemudian berikutnya R4 menentukan persamaan yang dapat diaplikasikan untuk menyelesaikan soal (**as**) yang selanjutnya diselesaikan dengan mensubstitusikan nilai-nilai yang diketahui dari soal (**ms**).



Gambar 7 Jawaban tertulis R4

Tahap berikutnya adalah kembali menggambarkan ilustrasi gambar dari soal tersebut (**cm**), selanjutnya proses penyelesaian soal nomor 2 ini dilakukan dengan menuliskan rumus yang sesuai kemudian mensubstitusikan nilai-nilai yang diketahui disoal (**as**, **ms**). Dengan demikian diperoleh alur penalaran R4 seperti pada Gambar 8.



Gambar 8 Alur penalaran R4

Dalam mengerjakan di atas, domain yang dominan digunakan oleh R5 adalah domain abstrak dan domain simbolik. Alur penalaran R5 menunjukkan bahwa Ia memulai menjawab soal dengan menggambarkan sebuah diagram yang mengilustrasikan maksud soal (**cm**), dan melengkapi gambar ini dengan menuliskan yang diketahui pada diagram gambar serta menuliskan simbol dari variabel yang diketahui tersebut beserta dengan arah sesuai yang dimaksudkan oleh soal (**sm**, **as**, **am**) hal ini sangat terlihat pada Gambar 9.

Dik :
 $a = 8 \text{ m/s}^2$ $g = 10 \text{ m/s}^2$

Peng :
 a. $v_t = v_0 + gt$
 $0 = v_0 + (8-10)t$
 $0 = v_0 - 2t$
 $v_0 = 2t$ $v_0 = 2 \cdot 4 = 8 \text{ m/s}$
 $h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$
 $h = v_0 t + \frac{1}{2} (8-10)t^2$
 $h = v_0 t - t^2$
 $h = v_0 \cdot 4 - 4$
 $h = 4v_0 - 4$ $0 = 4(8) - 4 = 28 \text{ m}$

b. $h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$
 $v_t = v_0 + gt$
 $v_t = 0 + 10t$
 $v_t = 10t$

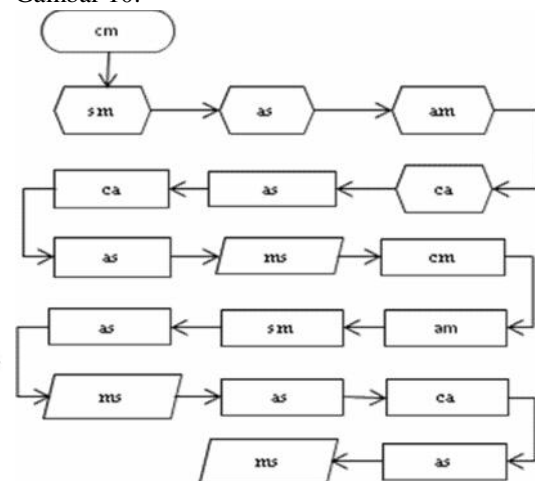
$t = 4 + \sqrt{\frac{28}{5}}$

$v_t^2 = v_0^2 + 2gh$
 $100t^2 = 20h$
 $5t^2 = h$
 $5t^2 = 28$
 $t^2 = \frac{28}{5}$
 $t = \sqrt{\frac{28}{5}}$

Gambar 9 Jawaban tertulis R5

Langkah berikut yang dilakukan oleh R5 adalah menuliskan konsep yang diketahui (**ca**), Kemudian R5 menuliskan persamaan yang memungkinkan untuk menyelesaikan pertanyaan yang dimaksud (**as**) dan selanjutnya memasukkan konsep yang relevan dengan maksud soal (**ca**) seperti rekaman transkrip TA "... ini sama dengan $vt = v_0 + gt$..." juga pernyataan "berarti $h = v_0 t + 1/2 g t^2$..." sesudah itu R5 memilih persamaan yang tepat untuk

menjawab pertanyaan yang terdapat pada soal (**as**), diteruskan dengan menggambar sebuah diagram yang menunjukkan model gambar yang dimaksudkan soal (**cm**) yang dilengkapi dengan menunjukkan arah dan data pada gambar (**am**, **sm**), dilanjutkan dengan menuliskan persamaan yang relevan untuk menyelesaikan soal (**as**), kemudian mensubstitusikan nilai-nilai yang diketahui disoal dan menghitungnya hingga memperoleh hasilnya (**ms**). Demikian yang dilakukan selanjutnya oleh R5 dengan menyisipkan konsep yang relevan sebelum akhirnya diperoleh hasil akhir yang digunakan untuk menjawab pertanyaan yang dimaksud soal. (**ca**, **as**, **ms**). Berdasarkan hasil di atas alur penalaran R5 disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10 Alur penalaran R5

Responden 6 (R6) dalam mengerjakan soal ini dominan menggunakan domain model dan domain simbolik. R6 memulai mengerjakan soal ini dengan terlebih dahulu menggambarkan diagram yang mengilustrasikan maksud soal (**cm**), yang kemudian dilengkapi dengan data yang diketahui pada diagram (**sm**) sesuai dengan rekaman wawancara: *jadi ada roket yang d luncurkan ke atas dengan percepatan berarti 8 m/s dan bahan bakarnya itu habis dlm 4 sekon berarti pas eee. Roket itu di luncurkan ke atas kecepatan ee percepatan itu . utk sampai di atas itu 8 m/s hanya saja pas 4 sekonnya dia habis jdi tdk mencapai yg lbih ke atas*

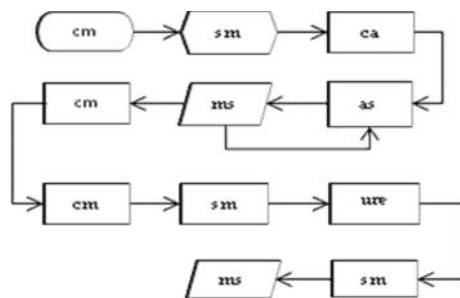
Selanjutnya yang dilakukan R6 adalah menentukan konsep yang relevan dan memilih prinsip yang bisa digunakan untuk

diaplikasikan dan bisa untuk menyelesaikan permasalahan yang ada (**ca,as**). Selanjutnya mensubstitusikan nilai yang terdapat dalam soal ke dalam persamaan yang ditetapkan hingga memperoleh hasil yang diharapkan (**ms**). Demikian proses berulang yang dilakukan untuk mencari hasil yang diperlukan untuk proses selanjutnya (**as, ms**). Langkah selanjutnya yang dilakukan untuk menjawab pertanyaan b adalah menggambarkan diagram yang mengilustrasikan maksud soal (**cm**) lengkap dengan data yang diketahui pada gambar dan arah gerak benda seperti yang dimaksudkan soal (**sm,am**) yang kemudian R6 menentukan prinsip yang relevan untuk diaplikasikan sehingga bisa memperoleh hasil yang diharapkan (**as**). Proses ini terlihat jelas dari gambar di bawah ini :

Handwritten mathematical solution for a physics problem involving motion. It includes a diagram of a ball with initial velocity 8 m/s^2 and acceleration 4.5 m/s^2 . The solution uses kinematic equations: $V^2 = V_0^2 + 2gh$, $0 = 8 + 20h$, and $h = V_0 t + \frac{1}{2} gt^2$. The final result is 80 m .

Gambar 11 Jawaban tertulis R6

Hal selanjutnya untuk mendapatkan jawaban akhir adalah dengan mensubstitusikan nilai-nilai yang diketahui di soal untuk mendapatkan yang sesuai dengan pertanyaan (**ms**). Dengan demikian diperoleh alur penalaran R6 seperti pada Gambar 12.



Gambar 12 Alur penalaran R6

Berdasarkan analisis terhadap keenam responden di atas sangat jelas terlihat terdapat perbedaan alur berpikir mereka. Meskipun diberikan soal yang sama, namun menghasilkan alur penalaran yang berbeda. Alur penalaran R1 sangat kompleks. Setiap domain dalam kerangka kerja Greeno tercakup dalam proses *problem solving* yang dilakukannya. Bahkan beberapa kali R1 meninjau kembali hasil pekerjaannya dengan kembali ke awal untuk melihat apakah sudah sesuai dengan konsep yang dipahaminya atau masih keliru. Dalam hal ini, terdapat elemen metakognitif (khususnya monitoring) pada proses *problem solving* yang dilakukan R1. R2 cenderung melewati proses *problem solving* 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. Responden R3 dan R4 lebih cenderung menyelesaikan soal yang diberikan secara matematis tanpa meninjau konsep terkait lebih mendalam sehingga alur penalaran yang dihasilkan terdiri dari domain yang berulang. Responden R5 dan R6 dalam *problem solving* lebih cenderung menganalisis penyelesaian soal yang diberikan dengan menggambarkan kondisi yang dimaksudkan dengan soal. Berdasarkan konsep yang dipahami, R5 dan R6 kemudian menyelesaikan soal secara matematis hingga memperoleh hasil yang diharapkan oleh responden tersebut.

Uraian di atas menunjukkan bahwa dalam menyelesaikan soal yang sama, setiap responden memiliki alur berpikir yang berbeda bergantung pada penguasaan konsep responden tersebut. Efek instruksional pada jenjang pendidikan saat ini dan jenjang pendidikan sebelumnya dengan asal sekolah yang berbeda dapat diduga mempengaruhi alur penalaran tersebut khususnya ketika pengajar menyajikan contoh soal dan proses penyelesaiannya. Hal ini juga diduga dipengaruhi oleh sumber-sumber belajar yang menjadi bahan referensi responden selama menjalani proses pembelajaran.

IV. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan analisis data, dapat dinyatakan bahwa alur penalaran responden dipengaruhi oleh penguasaan konsep mereka. Terbentuknya alur penalaran dalam *physics problem solving* yang spesifik diduga terpengaruh oleh pola guru dalam memberikan contoh soal dalam aktivitas pembelajaran.

Saran

Diperlukan penelitian lanjutan untuk mengkaji produktivitas *problem solving* untuk alur penalaran yang berbeda.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia atas pembiayaan penelitian ini di bawah skim Hibah Pascasarjana No. Kontrak: 172/UN28.2/PL/2013. Terima kasih juga kepada validator ahli yang telah memberikan penilaian terhadap tes yang digunakan.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Gaigher, E., Rogan, J., and Braun, M. (2007). "Exploring the Development of Conceptual Understanding through Structured Problem-solving in Physics". International Journal of Science Education. 29, (9). Melalui http://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/3367/Gaigher_Exploring. Diakses 14 Juni 2013.
- 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.
- Solaz-Portolés, J. J. & Lopez, V. S. 2007. *Cognitive Variables in Science Problem Solving: A Review of Research*. J. Phys. Tchr. Educ., 4(2) (Online), Melalui <http://www.phy.ilstu.edu/jpteo>, diakses Oktober 2012.

Notulensi Tanya Jawab :

Pertanyaan :

1. Apakah ada batasan responden untuk penelitian seperti ini?
2. Apa manfaat dari penelitian ini?
3. Jika responden berbeda apakah alur penalarannya juga berbeda?
4. Darimana bisa menyimpulkan alur penalaran berbeda dari penguasaan konsep responden
5. Darimana anda menuntaskan siswa harus bisa dalam penguasaan konsep padahal tidak ada penskoran?

Jawaban :

1. Sebenarnya tidak ada jumlah batasan, kita gunakan 6 responden untuk mempermudah penelitian
2. Untuk melihat proses pemecahan masalah harus ke problem solving
3. Jika responden berbeda maka alur berpikirnya juga berbeda tergantung pada cara berpikir dan penguasaan konsep
4. Sebelum pengambilan data ini sudah dilakukan tes poenguasaan konsep .
5. Dari penelitian yang saya jadikan acuan dan dari proses-proses yang terjadi ketika siswa menjelaskan masalah..