

# Model Penalaran Matematika Formal Siswa Dalam Memecahkan Masalah Fisika

Nurrahmah, Darsikin dan Amiruddin Kade

amirah\_imutku@yahoo.com

## Abstract

*This research is qualitative used descriptive method for analyzing the use of formal mathematics reasoning in solving physics problems. Subjects of the research were nine students of SMA Al-Azhar Palu which consisted of three categories in ability, i.e: high, moderate and low category. Research instruments consisted of respondent test selection and interview protocol. Data collection was carried out through recording (by handycame) on thinking-aloud and interview activities. based on data analysis, it could be stated that obtained formal mathematics reasoning includes completeness and repetition in reasoning. It is needed development of learning that considers the important of the use formal mathematics reasoning as framework for evaluating a progress of student's problem solving.*

**Keywords:** *models, formal mathematical reasoning, thinking-aloud, interview*

Pendidikan fisika merupakan bagian dari pendidikan sains yang menjelaskan berbagai fenomena alam dengan gejala yang menyertainya. Fenomena alam dapat dipelajari dengan melakukan proses dasar berupa pemodelan yang meliputi pembuatan, analisis dan evaluasi suatu model untuk menjelaskan fenomena yang dipelajari. Model yang banyak digunakan para fisikawan adalah model matematika (Abdullah, 2013).

Fisika dianggap sebagai pelajaran yang sulit karena fisika memerlukan keterampilan matematika yang baik dan sulit dipelajari jika tidak memiliki latar belakang matematika yang memadai. Namun, persoalan matematika ini seringkali menjebak siswa yang mempelajari fisika pada penyelesaian masalah matematika daripada masalah fisika (Ornek., *et al.*, 2007).

Keterlibatan aplikasi dari prosedur matematika dalam pemecahan masalah fisika menyebabkan setiap angka dihubungkan ke dalam interaksi antara matematika dan fisika (Maloney, 2011). Matematika adalah bahasa yang dapat digunakan untuk mengekspresikan dan mengaplikasikan persamaan fisika dan penerapannya (Bingand Redish, 2009). Cara siswa mengkombinasikan antara simbol dan struktur matematika dengan pengetahuan dan

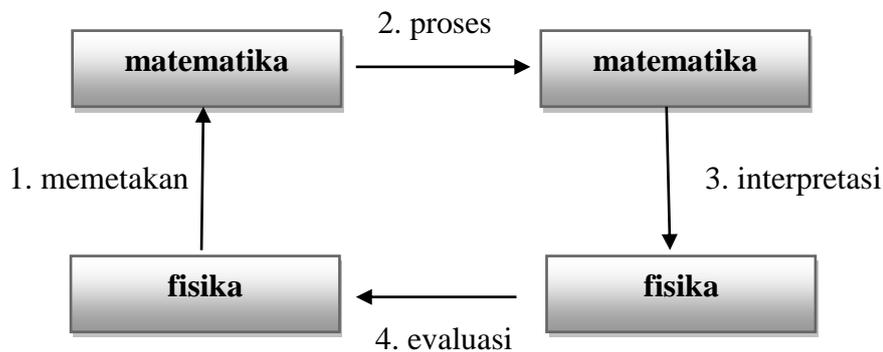
intuisi fisiknya merupakan proses penilaian yang penting bagi seorang guru fisika (Bingand Redish, 2007).

Penalaran dan pemecahan masalah, kompetensi atau kemampuan mengkomunikasikan ide, pikiran, ataupun pendapat sangatlah penting. Tertuangnya tiga kompetensi, yaitu kompetensi yang berkait dengan pemecahan masalah (*problem-solving*), penalaran (*reasoning*) dan komunikasi (*communication*) menuntut para guru untuk melakukan perubahan-perubahan secara mendasar selama proses pembelajaran sedang berlangsung (Shadiq, 2004).

Langkah-langkah pemecahan masalah bagi siswa untuk belajar dan menerapkan, yaitu sebagai berikut: (1) melakukan konseptual awal analisis dengan menggunakan prinsip fisika yang relevan, (2) menggunakan analisis kualitatif untuk menghasilkan persamaan matematika yang relevan, (3) menggunakan persamaan untuk mendapatkan langkah solusi matematis dan (4) menafsirkan bahwa solusi matematika dalam hal skenario fisik (Kuo, *et al.*, 2013).

Model matematika dalam memecahkan masalah sains terdiri atas beberapa tahap pemecahan masalah (Redish, 2005). Model

matematika dalam memecahkan masalah fisika dapat terlihat jelas pada Gambar 1.



**Gambar 1. Model Penggunaan Matematika dalam Sains**

Gambar 1 menunjukkan sebuah model penggunaan matematika dalam sains termasuk fisika. Model matematika dalam fisika terdiri atas 4 (empat) tahap, yaitu : (1) Memetakan struktur fisik dengan model matematikanya, (2) memproses struktur teknik matematika yang terkait dengan struktur matematika yang dipilih, (3) menafsirkan matematika ke dalam hal fisik dan (4) mengevaluasi hasil ke dalam fisika.

## METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Peneliti bertindak sebagai pengumpul data dan sebagai instrumen aktif dalam upaya mengumpulkan data-data di lapangan. Instrumen pengumpulan data yang lain selain peneliti, digunakan oleh peneliti sebagai instrumen pendukung. Adapun batasan mengenai uraian definisi operasional variabel sebagai batasan dalam penelitian adalah model penalaran matematika formal dalam fisika sebagai model alternatif untuk menganalisis lebih dalam mengenai penggunaan matematika dalam fisika melalui beberapa tahap (Uhdén, *et al.*, 2012) yaitu:

menginterpretasikan, memproses/menghitung, menterjemahkan, dan evaluasi.

Subjek penelitian adalah responden yang terdiri atas beberapa siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) pada semester genap kelas XI dengan materi penelitian tentang mekanika. Peserta yang mengikuti seleksi responden ini adalah sebanyak 28 siswa. Penentuan kategori tinggi, kategori sedang dan kategori rendah dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung nilai rata-rata dan nilai standar deviasi berdasarkan nilai yang diperoleh dari tes seleksi responden. Nilai rata-rata yang diperoleh dari hasil tes responden adalah 43,46 dan standar deviasi adalah 21,71.

Hasil tes responden yang berjumlah 28 responden digunakan sebagai acuan untuk menetapkan 6 orang responden. Penetapan responden berdasarkan dari kesiediaan responden untuk meluangkan waktunya mengerjakan soal deskripsi yang berkaitan dengan penggunaan penalaran matematika formal siswa serta menjawab pertanyaan yang disesuaikan dengan panduan wawancara. Adapun daftar dari 6 responden dapat dilihat pada Tabel seperti yang tampak di bawah ini.

**Tabel 1. Daftar kode responden terpilih**

No	Siswa	Nilai	Kategori	Kode Responden	Keterangan kode responden
1.	S <sub>1</sub>	90	Tinggi	RKT1	Responden kategori tinggi 1
2.	S <sub>3</sub>	70	Tinggi	RKT2	Responden kategori tinggi 2
3.	S <sub>5</sub>	60	Sedang	RKS1	Responden kategori sedang 1
4.	S <sub>17</sub>	60	Sedang	RKS2	Responden kategori sedang 2
5.	S <sub>22</sub>	20	Rendah	RKR1	Responden kategori rendah 1
6.	S <sub>24</sub>	10	Rendah	RKR2	Responden kategori rendah 2

Data ini berupa hasil *thinking-aloud* (TA) yang direkam dengan *video camera* ketika responden terlibat dalam pemecahan masalah.

Padatahappenelitianinimenggunakan dua jenis sumber data yaitu siswa sebagai partisipan yang dijadikan subjek penelitian dan dokumen-dokumen yang berhubungan dengan penelitian. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini ada 3 (tiga) langkah yaitu observasi, kegiatan *thinking-aloud* dan wawancara. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah: (1) soal pilihan ganda, (2) soal uraian (esai) dan (3) panduan wawancara.

Teknik pengolahan data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu: 1) Data model penalaran matematika formal dalam

memecahkan masalah fisika dan 2) Data ini diperoleh dari rekaman *video camera* melalui *thinking aloud*, hasil rekaman ini kemudian dibuat transkripnya satu persatu dari setiap responden. Data transkrip hasil *thinking-aloud* yang kemudian dianalisis untuk menentukan deskripsi mengenai penggunaan penalaran matematika formal dalam memecahkan masalah fisika. Teknik analisis data menggunakan 3 (tiga) analisis data, yaitu: reduksi data, penyajian data dan verifikasi data.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penggunaan waktu TA dan wawancara yang digunakan untuk menyelesaikan soal dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Daftar Penggunaan Waktu *Thinking Aloud* dan Wawancara oleh Responden**

No	Responden	Sesi	Nomor Soal					Jumlah	Total
			1	2	3	4	5		
1.	RKT1	TA	00:05:35	00:07:20	00:03:12	00:05:23	00:02:56	00:24:26	01:04:41
		WW	00:00:39	00:01:22	00:04:14	00:02:06	00:01:54	00:10:15	
2.	RKT2	TA	00:04:48	00:03:69	00:03:38	00:02:50	00:03:47	00:19:12	00:25:28
		WW	00:00:24	00:01:05	00:01:11	00:01:01	00:02:04	00:06:16	
3.	RKS1	TA	00:05:29	00:12:14	00:16:37	00:20:09	00:28:34	01:23:03	01:27:53
		WW	00:00:50	00:00:43	00:01:15	00:00:58	00:01:04	00:04:50	
4.	RKS2	TA	00:08:23	00:14:57	00:20:08	00:23:29	00:30:19	01:37:16	01:39:25
		WW	00:00:45	00:00:23	00:01:00	00:00:09	00:00:42	00:02:09	
5.	RKR1	TA	00:05:21	00:05:46	00:02:30	00:02:20	00:02:26	00:18:03	00:28:04
		WW	00:01:28	00:02:59	00:01:27	00:01:30	00:02:37	00:10:01	
6.	RKR2	TA	00:03:56	00:05:51	00:02:28	00:04:50	00:07:48	00:24:53	00:38:54
		WW	00:03:59	00:03:46	00:02:02	00:01:38	00:02:37	00:14:01	

Keterangan: TA: *Thinking-aloud* ; WW: wawancara

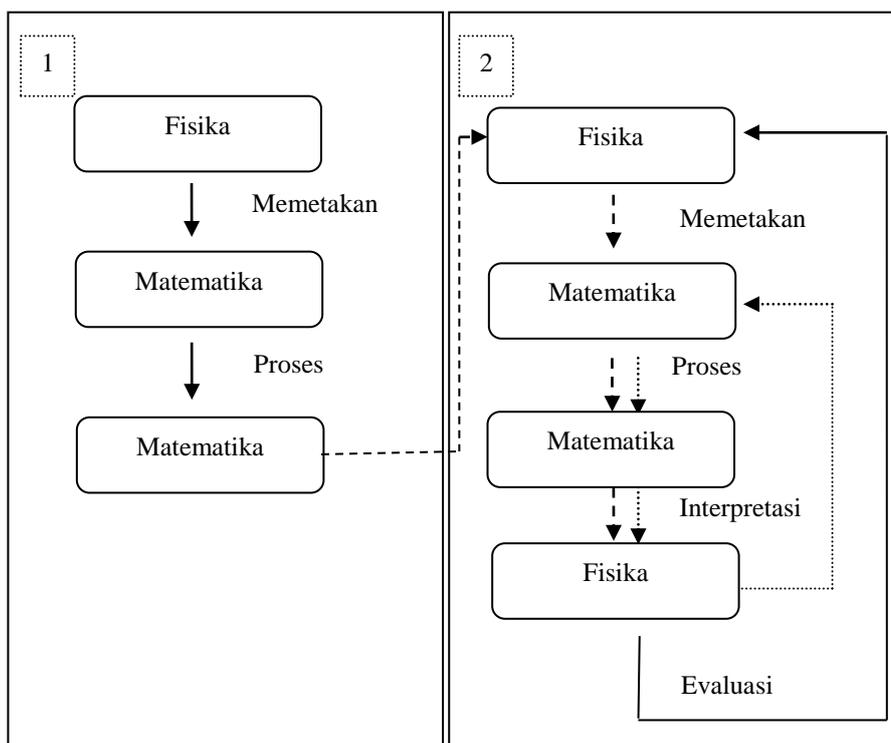
Penggunaan penalaran matematika formal dalam memecahkan masalah fisika oleh RKT1 menghasilkan *thinking aloud* (TA) pada soal nomor satu bagian (b) adalah sebagai berikut:

{---} jadi dia tidak sampai di titik B tapi dia malah sampai di titik C {...} sekarang pertanyaannya apakah kecepatan rakit ke titik C itu sama dengan kecepatan rakit yang 0,3 m/s.

kecepatan rakit 0,3 m/s kan arahnya ke sana kita anggap y arahnya vertikal dan ini horizontal sedangkan titik A ke titik C itu merupakan resultan vektor dari arah kecepatan rakit dengan arah arus sungai ini *pythagoras* jadi resultan vektornya itu kecepatan rakit dari A ke C sama dengan menggunakan resultan dari kecepatan rakit dan kecepatan arus sungai jadinya kecepatan itu sama dengan  $v = \sqrt{(0,3)^2 + (0,4)^2} = 0,5$ . trus ee {...} panjang yang ditempuh oleh

rakit setelah rakit tersebut sampai ke seberang kalau misalnya dari sini ke sini itu kecepatan 0,3 m/s panjangnya 180 m berarti kalau misalnya kita menggunakan kecepatan 0,3 m/s {...}  $t = s/v$  itu berarti  $180/0,3$ . waktu yang dibutuhkan itu 600 s. waktu dari A ke B itu = waktu dari A ke C jadi untuk mencari jarak dari A ke C itu  $s_{AC} = v \cdot t = 600 \cdot 0,5 = 300$  m, berarti panjang lintasan yang ditempuh oleh rakit setelah rakit tersebut sampai ke seberang yaitu 300 m.

Model penalaran matematika berdasarkan analisis hasil TA dapat dilihat pada Gambar 2.

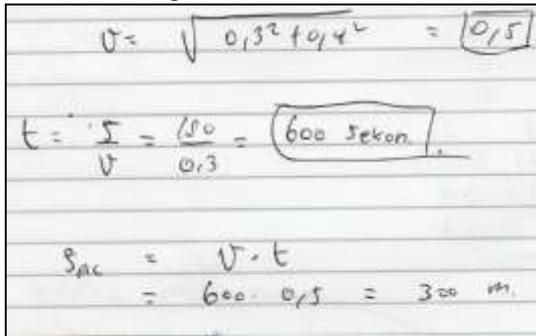


Gambar 2. Model Penalaran Matematika Formal RKT1 pada Soal Nomor Satu Bagian (a).

Gambar 2 menunjukkan model penalaran matematika dengan tahapan penalaran dilakukan secara berulang, yaitu pada tahapan memetakan, memproses dan menginterpretasikan. Tahapan memetakan dimulai ketika RKT1 menuliskan besar kecepatan rakit dan menentukan arahnya. Kemudian ia memproses besar kecepatan

dengan menggunakan persamaan *pythagoras*. Tahapan memetakan dilakukan berulang, ketika RKT1 membaca kembali soal dan memetakan kecepatan rakit dan lebar sungai untuk menentukan waktu yang ditempuh rakit setelah menyeberang sungai. Besar waktu yang diperoleh digunakan untuk memproses, menginterpretasi dan mengevaluasi jarak yang

ditempuh rakit setelah menyeberangi sungai. Hasil kerja RKT1 bahwa panjang lintasan rakit setelah menyeberang sungai adalah 300 meter. Hasil Kerja RKT1 dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut:

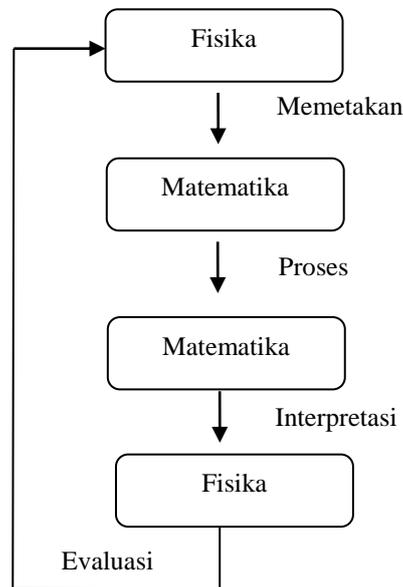


Gambar 3. Lembar Kerja RKT1 pada Soal Nomor Satu Bagian (b).

Hasil TA yang diperoleh RKT1 pada soal nomor empat bagian (b), yaitu:

{---} pada titik A {...} bahwa inikan w nya ke bawah sentrifugalnya ke atas tegangan talinya itu berarti= gaya-w pada saat bolanya di bawah gaya sentrifugal ke bawah beratnya ke bawahcuma ee...gaya tegangan talinya ke atas berarti gaya tegangan tali itu= F+w dari dua persamaan ini terlihat bahwa pada saat bola berada di bawah gaya sentrifugal itu ditambah dengan beratnya sedangkan pada saat diatas gaya sentrifugal -w otomatis pada saat di C gaya tegangan tali lebih besar karena pada saat di bawah komponen gaya berat dan sentrifugalnya searah sedangkan yang ini berlawanan jadi saling baku kurang. di titik A dia baku kurang sedangkan di titik B saling menjumlahkan. jadi tegangan tali di titik C itu lebih besar dari A. {---} di titik A di dapat 1,25 N sedangkan kalau di titik C itu F+w {---} 0,5(12,5+10) dapatnya 11,25 N. terlihat bahwa tegangan tali di titik C lebih besar daripada tegangan tali di titik A.

Tahapan penalaran yang dihasilkan oleh transkrip TA di atas adalah:



Gambar 4. Model Penalaran Matematika Formal RKT1 pada Soal Nomor Empat Bagian (b).

Gambar 4 menunjukkan tahapan penalaran matematika yang terjadi secara tidak berulang. Hasil akhir menunjukkan bahwa tegangan tali di titik C lebih besar dibandingkan tegangan tali di titik A. Jumlah skor yang diperoleh berdasarkan rubrik penilaian, maka RKT1 memperoleh nilai total sebagai berikut:

Tabel 3. Daftar Perolehan Nilai RKT1 dalam Menyelesaikan Soal Intuisi Fisika dan Penalaran Matematika Formal.

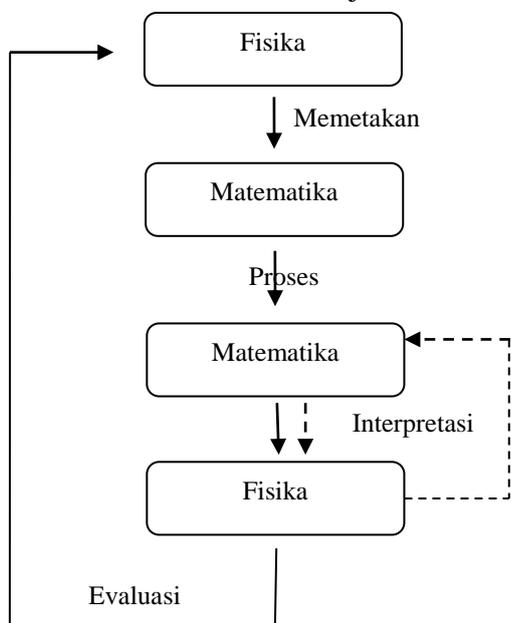
Nomor Soal	Nilai	Skor
1.	4	20
2.	4	20
3.	4	20
4.	4	20
5.	4	20
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Tabel 3 menunjukkan nilai yang diperoleh RKT1 secara keseluruhan. Nilai yang diperoleh adalah skor maksimal yaitu

100. Penalaran matematika yang digunakan adalah melalui semua tahapan penalaran matematika yang dilakukan secara berulang. Hasil *thinking-aloud* RKT2 pada soal nomor dua bagian (b), yaitu:

{---} **peluru x berarti yang menggunakan  $30^\circ$  ... $x=v_0 \cos \theta$  t... $v_0$  nya tadi  $20 \cos \theta$   $30^\circ$  berarti  $\cos 30..1/2 \sqrt{3}$ .t... $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$  ini waktunya  $\sqrt{3}$  s saya masukkan dirumus  $x=20$  kali  $1/2 \sqrt{3}$  kali  $\sqrt{3}$  sama dengan 10 kali 3 sama dengan **30 meter**.**

Model penalaran matematika RKT2 berdasarkan TA di atas, menghasilkan tahapan penalaran matematika seperti tampak pada Gambar 5. Tahapan penalaran matematika pada Gambar 5 menunjukkan tahapan penalaran yang awali dengan membaca soal kemudian memetakan, memproses, menginterpretasikan dan mengevaluasi. Tahapan interpretasi dilalui RKT2 secara berulang pada saat menemukan waktu tempuh peluru kemudian memproses kembali untuk menentukan jarak.

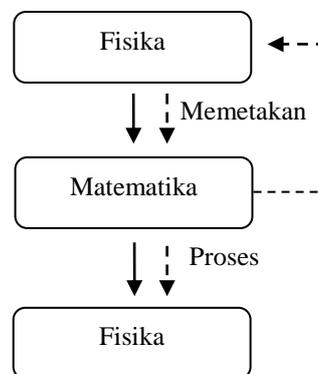


**Gambar 5. Model Penalaran Matematika Formal RKT2 pada Soal Nomor Dua Bagian (b).**

Berdasarkan lembar kerja, diperoleh skor RKT2 secara keseluruhan. Daftar perolehan skor yang diperoleh RKT2 adalah 53,75. Skor tertinggi diperoleh pada soal nomor satu dan skor terendah diperoleh pada soal nomor tiga. Jumlah skor tertinggi yang diperoleh menunjukkan bahwa dalam menyelesaikan soal, RKT2 menggunakan penalaran matematika yang benar. RKS1 pada soal nomor empat bagian (a) diperoleh transkrip *thinking-aloud* sebagai berikut:

{---} eee{...} **anggap jika panjang tali 0,5 meter dan kecepatan sudut bola 5 radian per sekon** kemudian diputar jadi membentuk lingkaran seperti ini .eee{...}**kecepatan itu v sama dengan 5 rad/s** sedangkan diketahui dari soal itu g sama dengan  $10 \text{ m/s}^2$ . Untuk yang a hitunglah tegangan tali pada saat bola berada di titik A. Titik A itu ada di sini kalau misalnya **kita gambar {...}lurus 180 derajat sedangkan B itu siku-sikunya digambarkan seperti ini. tegangan tali ..aih{...}**saya tidak tau ini {...} kalau yang b apakah tegangan tali pada saat di titik A akan lebih kecil, lebih besar atau sama dengan tegangan tali di titik C .oh {...}iya{...}kalau menurut saya yang b ini {...}jawabannya **itu lebih kecil karena eee{...}di titik C ini dia mengarah ke bawah searah dengan gaya gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ {---}**.

Tahapan penalaran matematika pada tahapan proses tidak dilakukan sehingga hasil akhir berupa penentuan tegangan tali tidak diperoleh hasilnya. Adapun tahapan penalaran RKS1 adalah sebagai berikut:

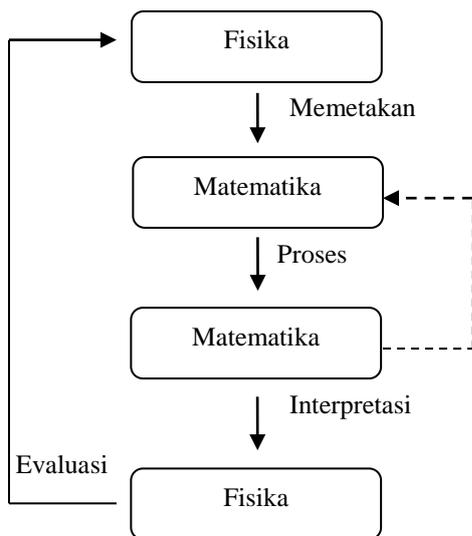


**Gambar 6. Model Penalaran Matematika Formal RKS1 pada Soal Nomor Empat Bagian (b).**

Perolehan nilai secara keseluruhan berdasarkan jawaban pada lembar kerja RKS1, maka diperoleh skor penilaian secara keseluruhan adalah 53,75. Berdasarkan skor yang diperoleh, menunjukkan adanya hubungan antara penggunaan penalaran matematika formal dalam memecahkan masalah fisika terhadap nilai yang dihasilkan.

RKS2 pada soal nomor dua bagian (b) menghasilkan *thinking-aloud* sebagai berikut:  
 {---} **berarti.** jadi dia sama dengan nol. berarti hasilnya tetap nol. nah..kalu misalnya  $\frac{20 \cdot 1/2}{10} = 1$  meter jadi bedanya sekitar 1 meter mungkin sebenarnya ada pengaruh ketinggian tapi saya tidak tau rumusnya.

Tahapan penalaran yang dilakukan RKS2 sudah dimulai pada soal nomor dua bagian (a) hanya saja pada soal nomor dua bagian (b), RKS2 terlihat lupa akan konsep dan rumusnya sehingga tahapan penalaran yang dimunculkan oleh RKS2 adalah sebagai berikut:

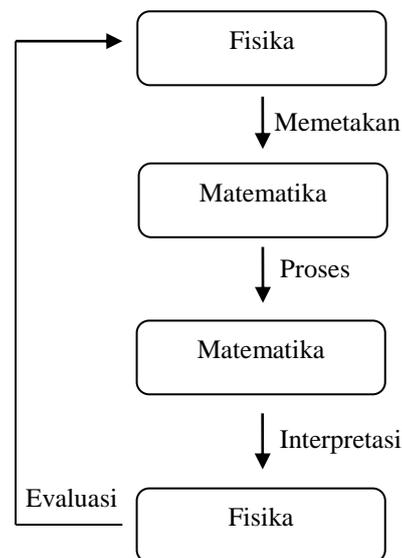


**Gambar 7. Model Penalaran Matematika Formal RKS2 pada soal Nomor Dua Bagian (b).**

Perolehan nilai secara keseluruhan berdasarkan jawaban pada lembar kerja RKS2, maka diperoleh skor penilaian secara keseluruhan adalah 28,75. RKR1 pada soal nomor dua diperoleh *thinking-aloud* sebagai berikut:

{---}.**saya rasa tidak** karena...**sudut** ...Hitunglah jarak (x) yang ditempuh oleh peluru pertama ketika sampai ke tanah{...}. apakah peluru pertama ketika sampai ke tanah memiliki jarak lebih kecil, lebih besar atau sama dengan peluru kedua...**tidak..lebih besar..karena sudut peluru pertama lebih kecil dibandingkan peluru kedua.**

Pada pertanyaan bagian (b), RKR1 mulai memetakan soal ke dalam matematika, memproses, menginterpretasikan dan mengevaluasi. Penalaran matematika yang dilakukan RKR1 dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8. Model Penalaran Matematika Formal RKR1 pada Soal Nomor Dua bagian (b).**

Berdasarkan Gambar 8 menunjukkan tahapan penalaran matematika yang terjadi secara tidak berulang. Namun, pada tahapan proses hanya meninjau kecepatan pada arah x dan mengabaikan kecepatan pada sumbu y,

sehingga hasil yang diperoleh masih kurang tepat. Pernyataan RKR1 pada bagian (c) bahwa peluru pertama memiliki jarak lebih besar daripada peluru kedua merupakan jawaban yang benar. Skor perolehan ditetapkan berdasarkan rubrik penilaian. Total skor yang diperoleh RKR2 adalah 27,50. Nilai tertinggi diperoleh pada soal nomor satu dan nilai terendah terdapat pada soal tiga dan empat. Skor terendah diperoleh karena RKR2 terlihat hanya menuliskan variabel diketahui tanpa ada proses penalaran matematika.

Berdasarkan analisis terhadap penggunaan penalaran matematika formal, diperoleh tiga jenis model penalaran matematika. Ketiga model penalaran matematika yang dihasilkan oleh siswa, yaitu model penalaran matematika formal dengan tahapan lengkap dan tidak berulang, model penalaran matematika formal dengan tahapan lengkap dan berulang, serta model tahapan penalaran matematika formal tidak lengkap. Penggunaan penalaran matematika siswa secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Kategori Model Penalaran Matematika Formal Siswa.**

Kategori Penalaran Matematika	Soal				
	1	2	3	4	5
Model Penalaran Matematika Lengkap	RKS2 RKR1	RKR1 RKR2		RKT1	RKR1
Model Penalaran Matematika Lengkap dan Berulang	RKT1 RKT2 RKS1 RKS2 RKR2	RKT1 RKT2 RKS1 RKS2	RKT1 RKT2 RS1	RKT1 RKT2	RKT1 RKT2 RKS1 RKS2 RKR2
Model Penalaran matematika Tidak lengkap	RKS2			RKS1	

Tabel 4 menunjukkan bahwa ketiga model penalaran matematika pada beberapa soal diselesaikan dengan menggunakan tahapan penalaran matematika yang lengkap dan berulang. Responden yang menggunakan tahapan matematika yang lengkap dan berulang lebih menghasilkan jawaban yang tepat dibandingkan dengan tahapan penalaran yang dilakukan secara tidak berulang. Namun, tidak semua tahapan penalaran matematika yang dilakukan secara berulang menghasilkan jawaban yang benar. Beberapa penggunaan matematika formal yang digunakan adalah persamaan, pertidaksamaan, perbandingan, aturan perkalian dan aturan penjumlahan.

Rendahnya *performance* matematika dalam memecahkan masalah fisika dalam penelitian Tuminaro (2004), menyatakan bahwa siswa kurang membutuhkan keahlian matematika dalam fisika dan tidak

mengetahui bagaimana mengaplikasikan keahlian matematika dalam memecahkan masalah fisika. Berdasarkan analisis hasil kerja siswa, bahwa responden kategori sedang (RKS) maupun responden kategori rendah (RKR) mengalami kesulitan dalam menggunakan penalaran matematika ketika menyelesaikan soal. Kesulitan yang siswa hadapi adalah ketika menyelesaikan soal, mereka dapat menggunakan intuisi fisika dengan tepat, namun ketika mulai masuk ke dalam penalaran matematika mereka kurang mampu mengaplikasikan keahlian matematikanya dalam memecahkan masalah fisika. Responden kategori sedang dan responden kategori rendah ketika menyelesaikan soal nomor dua dan nomor empat mengalami kesulitan ketika menentukan jarak tempuh kedua peluru dan besar tegangan tali dengan bola yang diputar vertikal pada titik yang berbeda.

Redish (2005) dalam penelitiannya menyatakan matematika merupakan elemen yang penting dalam memecahkan masalah fisika, namun seorang pemula selalu gagal mengapresiasi dengan tepat bagaimana menggunakan matematika tersebut. Seorang fisikawan cenderung mencampur konseptual fisika dengan simbol matematika ke pemecahannya melalui pengaruh persamaan yang digunakan dan menginterpretasikan. Berdasarkan hasil analisis lembar kerja siswa, bahwa responden kategori sedang (RKS) dan responden kategori rendah (RKR) mulai dengan memilih dan memanipulasi persamaan yang mencakup kuantitas diketahui dan tidak diketahui yang relevan. Responden kategori tinggi (RKT) cenderung menggunakan analisis konseptual dari soal fisika yang kemudian mengarah ke penalaran matematika.

Hasil analisis *thinking aloud* dan wawancara diperoleh beberapa kesimpulan penting ketika melakukan penelitian mengenai model penalaran matematika formal, yaitu Keterampilan menggunakan penalaran matematika sangatlah dibutuhkan dalam menginterpretasikan arti fisis dalam suatu permasalahan fisika. Penalaran matematika formal terbukti dapat membantu siswa mengembangkan ide dalam mengapresiasi dengan tepat bagaimana siswa menggunakan matematika tersebut dalam memecahkan masalah fisika. Model penalaran matematika melalui semua tahapan penalaran matematika yang dimulai dari memetakan, memproses, menginterpretasikan dan mengevaluasi. Tahapan memetakan, memproses dan menginterpretasikan berguna menghasilkan jawaban yang benar.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut bahwa model penalaran matematika formal siswa, yaitu melalui semua tahapan penalaran matematika yang dimulai dari

memetakan, memproses, menginterpretasikan dan mengevaluasi. Tahapan memetakan, memproses dan menginterpretasikan soal dilakukan sebagian besar siswa secara berulang. Penalaran matematika formal dalam menghasilkan jawaban yang benar sebagian besar berdasarkan penggunaan intuisi fisika yang tepat serta tahapan penalaran matematika saat memetakan, memproses dan menginterpretasikan soal dilakukan secara tepat dan benar.

## DAFTAR RUJUKAN

- Abdullah, M. 2013. *Pendekatan Pemodelan Matematik dalam Pembelajaran Fisika*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Bing, T. and Redish, E. 2007. The Cognitive Blending of Mathematics and Physics Knowledge. *In Proceedings of The Physics Education Research Conference, Syracuse, NY, August 2006*. AIP Conf. Proc 883 : 26-29.
- Bing, T. and Redish, E. 2009. Analyzing Problem Solving Using Math in Physics: Epistemological Framming Via Warrants. *Phys. Rev. STPER*, 5.
- Kuo, E., Hull, M., Gupta, A., Elby, A. 2012. How Students Blend Conceptual And Formal Mathematical Reasoning In Solving Physics Problems. *Journal Science Education* 97(1) 32-57.
- Maloney, D. 2011. An Overview of Physics Education Research on Problem Solving. *In Getting started in PER (1,2)*. Indiana Purdue University Fort Wayne. United States.
- Moleong, L.J. 1991. *Metode Penelitian Kualitatif*. Penerbit Remaja Rosda Karya. Bandung
- Nazir, M. 2003. *Metode Penelitian*. PT Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Nasution. 2004. *Metode Research*. Bumi Aksara. Jakarta.

- Ornek.,Robinson and Haugan.2007.What Makes Physics Difficult?. Science Education International. *International Council of Associations in Science Education ( ICASE)*18(3). 165-172.
- Redish, E. 2005. Problem Solving and The Use of Math in Physics Course.*To be Published in proceedings of the Conference World View on Physics Education in 2005 : Focusing of change delhi 21-26,2005.*
- Shadiq, F. 2004. *Pemecahan Masalah, Penalaran dan komunikasi.* Diseminarkan pada Diklat Instruktur/Pengembang Matematika Sma Jenjang Dasar Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar Dan Menengah Pusat Pengembangan Penataran Guru (PPP-G) Matematika. Yogyakarta.
- Tuminaro, 2004. A Cognitive Framework for analyzing and Describing Introductory Students' Use and Understanding of Mathematics in Physics.
- Uhden, O., Karam, R., Pietrocola, M and Pospiech, G. 2012. Modelling Mathematical reasoning in Physics Education. *Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBi) Universidade De Sao Paulo (21).* 485-506.