

Model Pencampuran Konsep Fisika Dan Penalaran Matematika Dalam Memecahkan Masalah Fisika

Nur Rahmah^{1,2}

¹Program Studi Pendidikan Guru sekolah Dasar Jl Soekarno Hatta km. 9 Palu

²E-mail: amirah_imutku@yahoo.com

Received: 14 Agustus 2021, Accepted: 16 Agustus 2021, Published: 23 Agustus 2021

Abstrak. Penelitian ini adalah penelitian kualitatif deskriptif untuk menganalisis pencampuran antara konsep fisika dan penalaran matematika. Penelitian ini dilakukan di kelas XI SMA dengan subjek penelitian sembilan responden yang terbagi atas tiga kategori responden, yaitu kategori tinggi, kategori sedang dan kategori rendah. Nilai rata-rata yang diperoleh dari hasil tes responden adalah 43,46 dan standar deviasi adalah 21,71. Responden dengan kategori tinggi adalah nilai responden yang berada di atas nilai 65,17, kategori sedang dengan nilai antara 21,71-65,17 dan kategori rendah dengan nilai di bawah 21,71. Pengambilan subjek tersebut dengan menggunakan purposive sampling. Pengumpulan data dilakukan dengan dua tahap, tahap pertama adalah memberikan tes PG dan tahap kedua adalah memberikan tes uraian. Hasil penelitian menunjukkan responden kategori tinggi menggunakan penalaran matematika berupa template simbolis balance ($\square=\square$) dan ratio[x/y] dalam memecahkan masalah fisika. Analisis penggunaan penalaran matematika berupa template simbolis ini membantu siswa dalam mengasosiasikan dengan tepat makna dan struktur tersebut ke dalam konsep fisika. Pencampuran double scope blends dan single scope blends merupakan model pencampuran antara konsep fisika dan penalaran matematika. Cara siswa memadukan antara konsep fisika dan penalaran matematika bergantung pada seberapa baik siswa tersebut mengasosiasikan dengan tepat simbolis template matematika ke konsep fisika.

Kata kunci: konsep fisika, penalaran matematika, proses pencampuran.

Abstract. This research is a descriptive qualitative research to analyze the mixing between the concepts of physics and mathematical reasoning. This study was conducted in grade XI high school with a research subject of nine respondents divided into three categories of respondents, namely high category, medium category and low category. The average score obtained from respondents' test results was 43.46 and the standard deviation was 21.71. Respondents with high categories are respondents who are above the value of 65.17, medium categories with values between 21.71-65.17 and low categories with values below 21.71. Taking the subject using purposive sampling. Data collection is done in two stages, the first stage is to give a PG test and the second stage is to provide a description test. The results showed high-category respondents using mathematical reasoning in the form of symbolic balance templates ($\square=\square$) and ratio[x/y] in solving physics problems. The analysis of the use of mathematical reasoning in the form of symbolic templates helps students in properly associating these meanings and structures into the concept of physics. Mixing double scope blends and single scope blends is a model of mixing between physics concepts and mathematical reasoning. The way students combine the concepts of physics and mathematical reasoning depends on how well the student appropriately associates the mathematical template to the concept of physics.

Keywords: physics concept, mathematical reasoning, mixing process.

1. Pendahuluan

Fisika merupakan salahsatu cabang ilmu pengetahuan yang mengkaji ilmu sains dan terapannya. Pemecahan masalah dalam pembelajaran fisika membutuhkan pemahaman konsep fisika dan

penalaran matematika. Menggabungkan simbol dan struktur matematika dengan pengetahuan dan intuisi fisika penting dilakukan sehingga setiap angka, variabel dan persamaan matematika dapat digunakan untuk menginterpretasikan arti fisik dan hubungannya [1]. *Cognitive blending* merupakan kerangka kinerja untuk menganalisis kombinasi matematika dan fisika. Pemahaman tentang konsep dalam fisika membutuhkan kelancaran dalam menuliskan konsep ini dalam bahasa matematika [2]. Pemahaman siswa dalam menyelesaikan suatu masalah penting untuk diketahui seorang guru agar dapat memberikan penilaian dengan tepat untuk mengukur hasil belajar siswa. Penggunaan dan kemampuan cara berpikir setiap siswa berbeda. Perbedaan ini dipengaruhi oleh kemampuan yang berbeda-beda antara siswa yang memiliki kemampuan matematis tinggi, sedang dan rendah ketika menyelesaikan masalah [3]. Memberikan pertanyaan mengenai penjelasan konseptual akan membantu siswa berpikir tentang pertanyaan tersebut secara lebih konseptual. Hasil penelitian Park [4] menemukan siswa cenderung menggunakan persamaan dan konsep matematika yang berbeda dalam memecahkan masalah fisika. Hal ini terjadi ketika siswa secara konseptual menjelaskan situasi fisik permasalahan yang diberikan oleh guru. Terungkap bahwa menggunakan persamaan dapat membantu mereka menjelaskan situasi fisik dengan ide-ide normatif yang lebih ilmiah. Menurut Kilpatrick & Findell dalam Permana [5] bahwa penalaran adaptif (*adaptive reasoning*) merupakan kapasitas untuk berpikir secara logis tentang hubungan antar konsep dan situasi (*logical thought*), kemampuan untuk berpikir reflektif (*reflection*), kemampuan untuk menjelaskan (*explanation*), dan kemampuan untuk memberikan pembenaran (*justification*).

Kemampuan siswa dalam penalaran adaptif ketika memecahkan masalah memenuhi tiga kondisi, yaitu: (1) mempunyai pengetahuan dasar yang cukup, (2) tugas dapat dipahami serta memotivasi siswa, dan (3) konteks yang disajikan telah dikenal dan menyenangkan banyak siswa. Model penalaran matematika dalam memecahkan masalah fisika juga dikemukakan oleh Uhdén [6] dalam bentuk model penalaran matematika dalam fisika. Model alternatif untuk menganalisis lebih dalam mengenai penggunaan matematika dalam fisika yaitu menggabungkan antara matematika dan fisika dengan membedakan antara keterampilan teknis dan struktural [6]. Gabungan antara matematika dan fisika berdasarkan keterampilan teknis dan struktural dapat dilakukan terutama dalam pengembangan dan mendiagnosis keterampilan struktural untuk pemahaman konseptual fisika melalui matematika. Keterampilan struktural ditandai oleh bagian yang tidak terpisahkan, sedangkan keterampilan teknis merupakan bagian matematika murni yang merupakan elemen matematika seperti yang dilakukan dalam siklus pemodelan. Keterampilan struktur matematika terdapat pada bagian *mathematization* dan interpretasi. Hasil penelitian Kereh et al. [7] bahwa terdapat korelasi yang tinggi antara penguasaan materi matematika dasar dengan materi pendahuluan fisika inti. Banyak siswa mengalami kesulitan menyelesaikan soal fisika salahsatunya tidak bisa mengaplikasikan matematika dalam pemecahan masalah fisika [8].

Terjemahan model fisika matematis merupakan bagian kualitatif dari model, sehingga pada tingkat ini merupakan salahsatu yang harus dicapai sebelum memvalidasi hasil fisiknya. Karakteristik dan pemahaman tentang bagaimana siswa menggunakan matematika dalam fisika merupakan kerangka kinerja *conceptual blending*. Pencampuran konseptual atau integrasi menggambarkan bagaimana menggabungkan dua atau lebih penalaran untuk memahami bahasa *input*. Penalaran konseptual atau unsur-unsur pengetahuan cenderung aktif secara bersama [1]. Kerangka kinerja *conceptual blending* memandang proses belajar sebagai selektif proyeksi dan kombinasi pengetahuan dari beberapa penalaran yang berbeda. Sherin [10] memperkenalkan bentuk-bentuk simbolik untuk memahami siswa menginterpretasikan persamaan matematika dalam pemecahan masalah fisika. Bentuk-bentuk simbolis memungkinkan siswa untuk mengasosiasikan makna dengan struktur ekspresi matematika tertentu. Bentuk simbolik memiliki dua komponen, yaitu: *template* simbolis berupa *template* yang berkaitan dengan struktur matematika (misalnya, $[] = []$ dan $[]/[]$), dan b) skema konseptual, merupakan sebuah struktur sederhana yang terkait dengan bentuk simbolis yang mengandung konseptualisasi dalam ekspresi matematika. Beberapa elemen yang berhubungan dengan penggunaan matematika dapat dilihat pada gambar 1.

Competing Terms Cluster		Terms are Amounts Cluster	
COMPETING TERMS	$\square \pm \square \pm \square \dots$	PARTS-OF-A-WHOLE	$[\square + \square + \square \dots]$
OPPOSITION	$\square - \square$	BASE \pm CHANGE	$[\square \pm \Delta]$
BALANCING	$\square = \square$	WHOLE - PART	$[\square - \square]$
CANCELING	$0 = \square - \square$	SAME AMOUNT	$\square = \square$
Dependence Cluster		Coefficient Cluster	
DEPENDENCE	$[...x...]$	COEFFICIENT	$[x\square]$
NO DEPENDENCE	$[...]$	SCALING	$[n\square]$
SOLE DEPENDENCE	$[...x...]$	Other	
Multiplication Cluster		IDENTITY	$x = \dots$
INTENSIVE*EXTENSIVE	$x \times y$	DYING AWAY	$[e^{-x} \dots]$
EXTENSIVE*EXTENSIVE	$x \times y$	Proportionality Cluster	
PROP+	$\left[\frac{\dots x \dots}{\dots} \right]$	RATIO	$\left[\frac{x}{y} \right]$
PROP-	$\left[\frac{\dots}{\dots x \dots} \right]$	CANCELING(B)	$\left[\frac{\dots x \dots}{\dots x \dots} \right]$

Gambar 1. Beberapa Bentuk Simbolis Penggunaan Matematika dalam fisika [10].

Ada dua jenis campuran yang sangat berguna dalam menggambarkan kombinasi siswa tentang fisika dan penalaran matematika. Kedua jenis campuran disebut *Single-Scope Blends* dan *Double-Scope Blends* [9]. Dengan menggunakan kerangka kinerja, seseorang mampu menciptakan makna baru dari kombinasi penalaran yang berbeda antara konten dan struktur. Pencampuran sebagai proses kognitif membawa dua atau lebih penalaran secara bersama-sama dan mengambil beberapa informasi dari setiap masukan untuk menyusun proses pencampuran tersebut, ruang baru ini disebut *blended scope*. Cara seseorang memadukan penalaran dari beberapa input sangat bergantung pada isyarat dan konteks. Untuk menghasilkan sebuah proses mencampur perlu melibatkan tiga operasi, yaitu: komposisi, penyelesaian dan elaborasi. Kerangka kinerja *conceptual blending* juga menganalisis matematika dan penalaran ilmiah siswa.

Teori pencampuran konseptual adalah sebagai model tentang bagaimana siswa mengkombinasikan pengetahuan fisika dan matematika untuk membangun solusi untuk masalah fisika [1]. Sebuah *single scope blends* hanya melibatkan pemetaan searah dari elemen dari satu ruang input ke dalam kerangka pengorganisasian yang lain sementara *double scope blends* melibatkan integrasi dari pengorganisasian *frame* dari ruang *input*. Penggunaan konteks matematika dalam pemecahan fisika *single scope blends* sering mengacu pada pemetaan satu arah untuk persamaan matematika yang ada atau *template*. Dalam *double scope blends*, siswa tidak hanya memetakan persamaan matematika yang ada untuk konteks fisika, melainkan menterjemahkan skenario fisika ke ekspresi matematikanya. Siswa cenderung kesulitan dalam mengekspresikan fisika ke matematika dalam memecahkan masalah, hal ini tidak hanya dari kurangnya prasyarat pengetahuan tetapi dari melakukan pencampuran dengan penalaran yang kurang baik. Penggunaan kerangka *cognitive blending* menekankan siswa untuk menghadapi tentang integrasi pengetahuan matematika dan fisik [1]. Proses integrasi ini adalah kompleks dan dapat dicapai dengan cara yang berbeda. *Single-scope blends* dan *double scope blends* menunjukkan adanya perbedaan tentang kesulitan yang dialami oleh seorang siswa. Hal ini bukan saja disebabkan oleh kurangnya pengetahuan prasyarat siswa melainkan integrasi yang tidak baik dari penalaran siswa tersebut. *Cognitive blending* merupakan kerangka yang dapat membantu seorang guru lebih mudah dalam memahami bagaimana siswa berpikir dengan tepat.

2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif deskriptif. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan di kelas XI SMA dengan subjek penelitian 6 siswa yang terbagi atas 3 kategori, yaitu tinggi, sedang dan rendah. 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. Responden dengan kategori tinggi adalah nilai responden

yang berada di atas nilai 65,17, kategori sedang dengan nilai antara 21,71-65,17 dan kategori rendah dengan nilai di bawah 21,71.

Pengambilan subjek tersebut dengan menggunakan purposive sampling. Pengumpulan data dilakukan dengan dua tahap, tahap pertama adalah memberikan tes PG dengan pokok bahasan mekanika sebanyak 10 soal dan tahap kedua adalah memberikan tes uraian sebanyak 5 soal. Jawaban siswa terhadap tes berupa penalaran matematika dan konsep fisika digunakan untuk mengetahui bagaimana siswa mencampur dan mengkombinasikan penalaran matematika dan konsep fisika dalam memecahkan masalah. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini ada 3 (tiga) langkah yaitu observasi, kegiatan *thinking-aloud* dan wawancara. **Teknik pengolahan data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu: 1) Data pencampuran antara konsep fisika dan penalaran matematika dalam memecahkan masalah fisika 2)** Data ini diperoleh dari rekaman *video camera* melalui *thinking aloud*, hasil rekaman ini kemudian dibuat transkripnya satu persatu dari setiap responden. Teknik analisis data menggunakan 3 (tiga) analisis data, yaitu: reduksi data, penyajian data dan verifikasi data. Adapun batasan mengenai uraian definisi operasional variabel sebagai batasan dalam penelitian adalah model pencampuran penalaran matematika ke dalam konsep fisika sebagai model alternatif untuk menganalisis lebih dalam mengenai penggunaan matematika dalam fisika melalui beberapa tahap yaitu: menginterpretasikan, memproses/menghitung, menterjemahkan, dan evaluasi [6].

3. Hasil dan Pembahasan

Proses pencampuran antara konsep fisika dan penalaran matematika tergantung dari konteks dan isyarat yang diberikan dari keduanya. Berdasarkan pemecahan masalah yang dilakukan RKT1 terhadap penggunaan konsep fisika dan penalaran matematika diperoleh hasil sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.

$$v = \sqrt{0,3^2 + 0,4^2} = 0,5$$

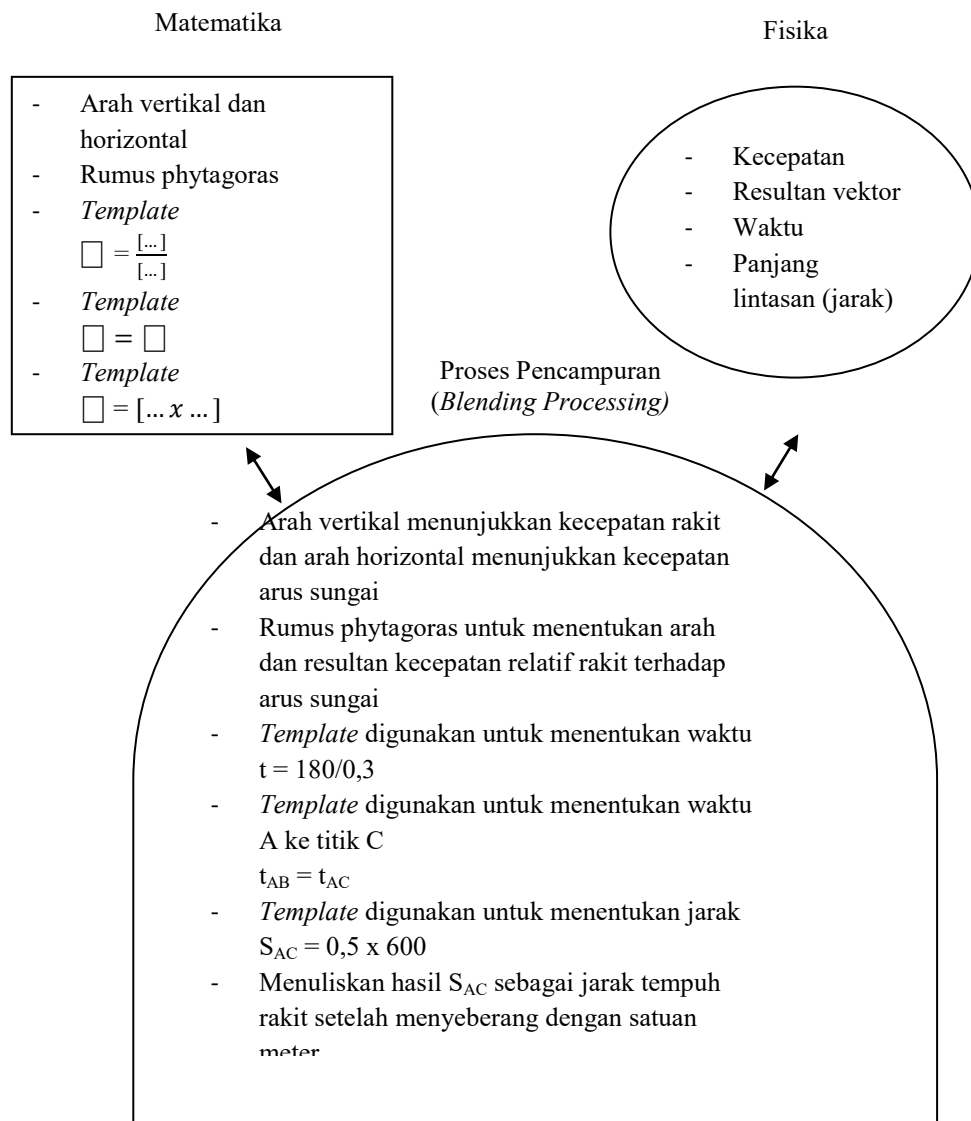
$$t = \frac{s}{v} = \frac{600}{0,5} = 600 \text{ sekon.}$$

$$s_{AC} = v \cdot t$$

$$= 600 \cdot 0,5 = 300 \text{ m.}$$

Gambar 2. Lembar Kerja RKT1 pada Soal Nomor Satu Bagian (b).

Proses pencampuran antara konsep fisika dan penalaran matematika yang digambarkan oleh RKT1 pada soal nomor satu ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Double-Scope Blends RKT1 Tentang Panjang Lintasan Rakit Setelah Menyeberangi sungai.

Gambar 3 menunjukkan sebuah bentuk proses pencampuran yang dilakukan oleh RKT1 dalam menentukan panjang lintasan rakit setelah menyeberangi sungai. Bentuk proses pencampuran (*blending processing*) adalah *double-scope blends*. *Double-scope blends* merupakan proses pencampuran yang dilakukan melalui pencampuran antara konsep fisika dan penalaran matematika. Ruang penalaran matematika adalah rumus *pythagoras*, *template* pembagian, *template* persamaan dan *template* perkalian. Ruang *input* konsep fisika adalah kecepatan, waktu dan jarak. Rumus *pythagoras* digunakan untuk menentukan kecepatan relatif rakit terhadap arus sungai. *Template* pembagian digunakan untuk menghitung waktu tempuh rakit setelah sampai ke seberang. *Template* persamaan menyatakan bahwa waktu tempuh rakit dari titik A ke titik B sama dengan waktu tempuh rakit dari titik A ke titik C. Aturan perkalian digunakan untuk menghitung jarak yang ditempuh rakit ketika lintasan rakit tersebut menyeberangi sungai yang berarus. Jumlah skor yang diperoleh berdasarkan rubrik penilaian, maka RKT1 memperoleh nilai total sebagaimana ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Daftar Perolehan Nilai RKT1 dalam Menyelesaikan Soal Fisika

Nomor Soal	Nilai	Skor
1.	4	20
2.	4	20
3.	4	20
4.	4	20
5.	4	20
Total	20	100

Tabel 1 menunjukkan nilai yang diperoleh RKT1 secara keseluruhan. Nilai yang diperoleh adalah skor maksimal yaitu 100. Berdasarkan skor perolehan terlihat bahwa RKT1 dalam menganalisis setiap soal kemudian menyelesaikan soal tersebut secara keseluruhan menggunakan konsep fisika dengan *reliability* yang tepat sehingga kesimpulan yang dihasilkan benar. Penalaran matematika yang digunakan adalah melalui semua tahapan penalaran matematika yang dilakukan secara berulang. Konsep fisika yang tepat dan tahapan penalaran matematika yang benar menghasilkan jawaban yang benar. Hasil akhir skor total berjumlah 100, hal ini berarti RKT1 dalam menyelesaikan soal memenuhi semua rubrik penilaian dengan langkah kerja dan hasil akhir yang benar. Hasil kerja RKT2 dapat dilihat pada Gambar 4. Pernyataan RKT2 pada bagian (c) adalah jika jari-jari roda A diperbesar maka putaran yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan sebelum jari-jari roda A diperbesar.

Bersinggungan

$$r_1^2 \quad r_2^2$$

$$900 \quad 25$$

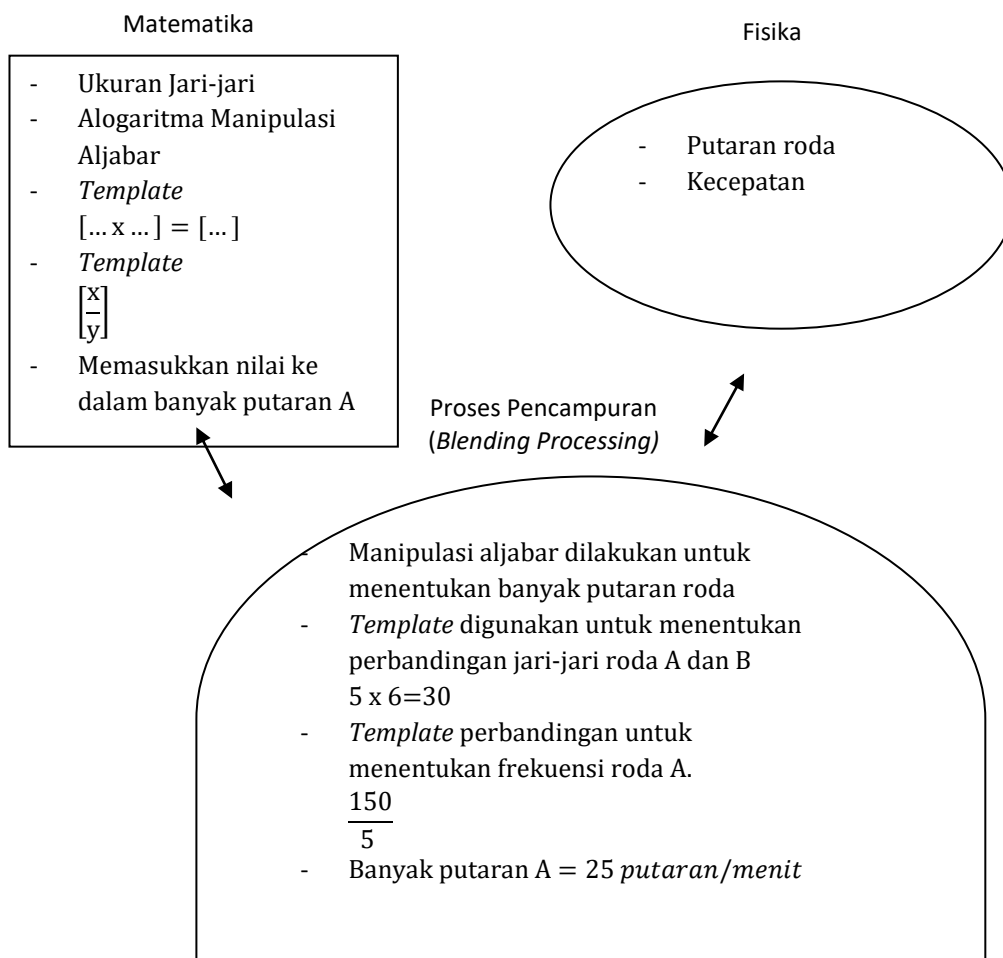
$$R_a = 10 \quad R_a = 5x$$

$$R_a \text{ 1 putaran}$$

$$\frac{150}{5} = 30 \text{ putaran / menitnya}$$

Gambar 4. Lembar Kerja RKT2 pada Soal Nomor lima.

RKT2 pada soal nomor lima menunjukkan sebuah bentuk pencampuran *single-scope blends*. Sebagian besar pencampuran dilakukan berdasarkan penalaran matematika melalui manipulasi aljabar. *Template* digunakan untuk melakukan proses perhitungan. Menuliskan banyaknya putaran roda A hanya berdasarkan hasil perhitungan. Adapun jenis pencampuran konsep fisika dan penalaran matematika dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Single-scope Blends RKT2 Tentang Banyak Putaran yang Dihasilkan Roda B.

Berdasarkan lembar kerja, diperoleh skor RKT2 secara keseluruhan. Daftar perolehan skor dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Perolehan Nilai RKT2 dalam Menyelesaikan Soal konsep Fisika dan Penalaran Matematika Formal.

Nomor Soal	Nilai	Skor
1.	4	20
2.	1,25	6,25
3.	0,25	1,25
4.	1,25	6,25
5.	4	20
Total	10,75	53,75

Tabel 2 menunjukkan perolehan skor RKT2 yang diperoleh berdasarkan skor tiap soal. 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 menggabungkan konsep fisika yang tepat dan penalaran matematika yang benar. Skor terendah diperoleh berdasarkan penggunaan konsep fisika yang kurang tepat sehingga penalaran matematika yang dilakukan menghasilkan interpretasi fisika yang salah. Hal ini menunjukkan adanya hubungan bagaimana siswa melakukan pencampuran konsep fisika dan penalaran matematika formal dalam memecahkan masalah

fisika terhadap nilai yang dihasilkan. Analisis deskripsi mengenai pencampuran antara konsep fisika dan penalaran matematika dalam memecahkan masalah fisika oleh siswa terdiri atas dua jenis, yaitu *double scope blends* dan *single scope blends* seperti tampak pada tabel 3.

Tabel 3. Kategori Pencampuran konsep Fisika dan Penalaran Matematika dalam memecahkan masalah fisika.

Kategori Pencampuran Intuisi Fisika dan Penalaran Matematika Formal	Soal				
	1	2	3	4	5
Pencampuran <i>Double-scope Blends</i>	RKT1	RKT1	RKT1	RKT1	RKT1
	RKT2	RKT2			RKS1
	RKS1	RKS1			RKR1
Pencampuran <i>Single-scope Blends</i>		RKS2			
	RKS2		RKS1	RKS1	RKT2
	RKR2				

Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa *template* simbolik yang dihasilkan melalui penalaran matematika siswa sebagian besar dilakukan pada soal nomor lima, yaitu dengan menggunakan *template* perbandingan. *Template* simbolik digunakan berdasarkan konsep fisika yang dimunculkan sebelumnya. Analisis ini menunjukkan bahwa siswa mampu mengasosiasikan makna fisika berdasarkan *template* simbolis matematika. Misalkan makna yang dihasilkan pada soal nomor lima adalah bahwa jari-jari roda berbanding terbalik dengan banyaknya putaran roda pada umumnya menggunakan bentuk simbolik *balancing* ($\square = \square$) dan *ratio* $\left[\frac{x}{y}\right]$. Pernyataan ini mendukung penelitian sebelumnya, yaitu penelitian Sherin (2001) tentang bagaimana siswa memahami tentang persamaan dalam fisika. Sherin mengindikasikan adanya keberadaan bentuk simbolik didasarkan pada kenyataan bahwa siswa belajar mengasosiasikan makna dengan struktur tertentu dalam suatu persamaan. Lebih lanjut Sherin menyatakan bahwa seorang siswa tidak hanya diberikan persamaan dan prinsip-prinsip yang diketahui, melainkan mampu menciptakan sendiri persamaan berdasarkan intuisinya. Bentuk-bentuk simbolis memungkinkan siswa untuk mengasosiasikan makna dengan struktur ekspresi matematika tertentu. Bentuk simbolik memiliki dua komponen: a) *template* simbolis berupa *template* yang berkaitan dengan stuktur matematika (misalnya, $[] = []$, $[]/[]$), dan b) skema konseptual, merupakan sebuah struktur sederhana yang terkait dengan bentuk simbolis yang mengandung konseptualisasi dalam ekspresi matematika.

Hasil analisis lembar kerja siswa, bahwa responden kategori sedang dan kategori rendah mengalami kesulitan dalam menggunakan penalaran matematika ketika menyelesaikan soal. Kesulitan yang dihadapi oleh siswa adalah dalam penalaran matematika dimana siswa kurang mampu mengaplikasikan keahlian matematika kedalam konsep fisika dalam menyelesaikan soal. Hasil analisis ini sejalan dengan penelitian Tuminaro & Redish [2] mengenai rendahnya performance matematika siswa dalam memecahkan masalah fisika. Hal ini disebabkan oleh siswa kurang memiliki keahlian dalam matematika dan tidak mengetahui bagaimana mengaplikasikan keahlian matematikanya dalam memecahkan masalah fisika. Analisis responden kategori sedang dan kategori rendah dalam menyelesaikan soal diawali dengan memilih persamaan dengan mencakup variabel yang diketahui dan tidak diketahui yang relevan. Responden dengan kategori tinggi cenderung menggunakan analisis konseptual dari soal fisika kemudian mencampurnya kedalam penalaran matematika. Hasil analisis ini mendukung penelitian Tuminaro & Redish [2] yaitu matematika merupakan elemen penting dalam memecahkan masalah fisika, namun gagal ketika mengapresiasi dengan tepat penalaran matematikanya. Hasil analisis pemecahan masalah ketika siswa mencampur antara konsep fisika dan penalaran matematika formal, responden kategori tinggi menggunakan proses pencampuran dengan jenis *double-scope blends*. Proses mencampur dilakukan siswa dengan mengkombinasikan dua atau lebih penalaran matematika ke konsep fisika untuk memahami bahasa *output* yang baru dalam ruang lingkup pencampuran. Responden kategori sedang sebagian besar menggunakan jenis pencampuran *single-scope blends*, yaitu sebagian besar pemecahan masalah diselesaikan dengan menggunakan

penalaran matematika. Dua jenis pencampuran yang dilakukan adalah berdasarkan kemampuan siswa dalam mengintegrasikan penalaran matematika dan konsep fisika dalam memecahkan masalah. Proses integrasi ini dilakukan dengan menghubungkan antara simbol matematika ke fisika. Pernyataan ini sejalan dengan penelitian Hu and Rebello [9] tentang memecahkan masalah fisika sebagai kemampuan mengintegrasikan dan menginterpretasikan matematika ke dalam fisika. Proses pencampuran antara konsep fisika dan penalaran matematika formal sebagai proses penalaran secara bersama-sama dan mengambil beberapa informasi untuk dimasukkan ke dalam ruang *output* yang baru. Cara siswa memadukan antara konsep fisika dan penalaran matematika formal tergantung dari konteks dan isyarat yang diberikan. Proses mencampur melibatkan tiga operasi, yaitu: komposisi, penyelesaian dan elaborasi.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian diperoleh bahwa model pencampuran antara konsep fisika dan penalaran matematika dilakukan terdiri atas 2 jenis, yaitu double scope blends dan single scope blends. Proses pencampuran double scope blends dilakukan dengan mengkombinasikan dua atau lebih penalaran matematika ke konsep fisika. Pencampuran dengan single scope blends dilakukan dengan sebagian besar hanya menggunakan konsep fisika atau penalaran matematika saja. Hasil menunjukkan bahwa pemecahan masalah yang tepat ketika siswa dapat mengasosiasikan simbol template matematika dalam memaknai konsep fisika dengan benar yaitu menggunakan pencampuran jenis double scope blends. Proses pemecahan masalah oleh siswa dalam mengkombinasikan antara konsep fisika dan penalaran matematika bergantung pada seberapa baik siswa tersebut mengasosiasikan dengan tepat simbolis template matematika ke konsep fisika. Perlu adanya pengembangan pembelajaran fisika yang mempertimbangkan pentingnya melibatkan konteks dan isyarat dalam pemecahan masalah berupa komposisi, penyelesaian dan elaborasi yang baik dalam proses pencampuran.

Daftar Pustaka

- [1] Bing T and Redish E 2007 *In Proceedings of The Physics Education Research Conference, Syracuse, NY, August 2006 AIP Conf. Proc* **883** p 26-29.
- [2] Tuminaro J and Redish E 2005 *Students Use of Mathematics in the Context of Physics Problem Solving : A Cognitive Model* (U. of Maryland Pre Print)
- [3] Kurniadi G dan Purwaningrum J 2018 *Jurnal pengembangan pembelajaran matematika (JPPM)* **11** 2 p 55-66
- [4] Park M 2020 *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research* **2** 1
- [5] Permana N, Setiani A and Nurcahyono N 2020 *Jurnal pengembangan pembelajaran matematika (JPPM SUKA)* **2** 2 p 51-60
- [6] Uhdén O, et al 2012 *Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBi) Universidade De Sao Paulo* **21** p 485-506
- [7] Kereh, et al. 2014 *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* **10** 2 p 140-149
- [8] Hidayatulloh A 2020 *Journal Program Studi Pendidikan Fisika* **4** 1 p 69-75
- [9] Hu D and Rebello N 2013 *Physical Review Special Topics-Physics Education Research* **9** 2
- [10] Sherin B 2001 *How Students Understand Physics Equations Cong. and Instr.* **19** 4 p 479-541