

## ANALISIS *SCIENTIFIC REASONING* SISWA DALAM PEMBELAJARAN FLUIDA DINAMIS DENGAN MODEL STEM-PjBL

Sinthia Lolita Lorensia<sup>1</sup>, Rif'ati Dina Handayani<sup>2</sup>, Albertus Djoko Lesmono<sup>3</sup>  
Pendidikan Fisika, Universitas Jember<sup>1,2,3</sup>  
Email: [sinthialolita@gmail.com](mailto:sinthialolita@gmail.com)

### Abstrak

Kemampuan *scientific reasoning* menjadi aspek penting dalam pembelajaran agar siswa mampu menerapkan metode ilmiah. Faktanya, penelitian *scientific reasoning* siswa masih jarang dilakukan. STEM-PjBL adalah pembelajaran melalui proyek untuk mencapai hasil tertentu secara kontekstual dengan penguasaan beberapa konsep STEM yang saat ini banyak diimplementasikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan *scientific reasoning* siswa dalam pembelajaran fisika materi fluida dinamis melalui implementasi STEM-PjBL. Jenis penelitian ini yaitu penelitian deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus yang dilaksanakan di SMAN 4 Jember pada semester gasal tahun ajaran 2023/2024 dengan populasi penelitian yaitu satu kelas XI. Subyek dalam penelitian berjumlah 36 siswa yang dibagi menjadi 6 kelompok. Kemampuan *scientific reasoning* memiliki enam indikator yang dianalisis selama proses pembelajaran fluida dinamis dengan model STEM-PjBL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indikator yang berkategori sangat baik yaitu indikator penalaran probabilistik dan penalaran hipotesis-deduktif. Indikator yang berkategori baik meliputi indikator penalaran konservasi, penalaran proporsional, dan penalaran korelasi. Adapun indikator yang berkategori sangat kurang baik yaitu indikator pengontrolan variabel. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan *scientific reasoning* siswa dapat dianalisis dengan model STEM-PjBL. Dengan STEM-PjBL sebagian besar kemampuan *scientific reasoning* siswa sudah baik. Namun, perlu ditingkatkan kembali khususnya pada kemampuan pengontrolan variabel.

**Kata Kunci :** Fluida Dinamis, *Scientific Reasoning*, STEM-PjBL

### Abstract

*Scientific reasoning ability is an important aspect in learning so that students are able to apply the scientific method. In fact, research on students' scientific reasoning is still rare. STEM-PjBL is learning through projects to achieve certain results contextually by mastering several STEM concepts that are currently widely implemented. This research aims to analyze students' scientific reasoning ability in learning physics dynamic fluid material through the implementation of STEM-PjBL. This type of research is descriptive qualitative research with a case study approach carried out at SMAN 4 Jember in the odd semester of the 2023/2024 school year with a research population of one class XI. The subjects in this study amounted to 36 students who were divided into 6 groups. Scientific reasoning ability has six indicators that are measured during the learning process of dynamic fluid through STEM-PjBL. The results of this study indicate that the indicators that are categorized as very good are indicators of probabilistic reasoning and hypothesis-deductive reasoning. Indicators that are categorized as good include indicators of conservation reasoning, proportional reasoning, and correlation reasoning. The indicator that is categorized as very poor is the variable control indicator. This shows that students' scientific reasoning ability can be analyzed with the STEM-PjBL model. With STEM-PjBL, most students' scientific reasoning skills are good. However, it needs to be improved again, especially in the ability to control variables.*

**Key Words :** Dynamic Fluid, *Scientific Reasoning*, STEM-PjBL

### PENDAHULUAN

Keseimbangan antara ilmu pengetahuan dan teknologi dalam pembelajaran menjadi tuntutan dalam menghadapi abad ke 21.

Salah satu upaya yang dilakukan yaitu dengan meningkatkan kompetensi siswa dalam bidang *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM)

[1]. Implementasi STEM dalam pembelajaran bertujuan untuk melatih *soft skills* peserta didik melalui serangkaian aktivitas pembelajaran, sehingga diharapkan siswa paham prinsip dan konsep, teknologi, engineering, dan matematika untuk menyelesaikan berbagai permasalahan kehidupan sehari-hari [2].

Kemampuan *scientific reasoning* (penalaran ilmiah) menjadi aspek yang sangat penting bagi peserta didik dalam proses pembelajaran fisika di sekolah. Melalui kemampuan *scientific reasoning* diharapkan siswa mampu menerapkan prinsip logika pada metode ilmiah yang meliputi menemukan masalah, merumuskan hipotesis, membuat prediksi, solusi dan masalah, membuat eksperimen, mengontrol variabel dan menganalisis data [3]. Kemampuan *scientific reasoning* (penalaran ilmiah) memiliki enam indikator yaitu penalaran konservasi, penalaran proporsional pengontrolan variabel, penalaran probabilistik, penalaran korelasional, dan penalaran hipotesis-deduktif [4]. Berikut deskripsi indikator *scientific reasoning* diadopsi dari penelitian ([4], [5]) meliputi :

1. Penalaran konservasi atau *conservation reasoning* (SR1), yaitu kemampuan memahami sesuatu yang mengalami perubahan penampilan namun jumlahnya tetap sama, contohnya ukuran massa dan volume benda.
2. Penalaran proporsional atau *proportional reasoning* (SR2), yaitu kemampuan mengenali rasio dan proporsi antar faktor yang memengaruhi suatu peristiwa.
3. Pengontrolan variabel atau *control of variables* (SR3), adalah kemampuan mengontrol dan mengidentifikasi tiap variabel dalam peristiwa atau konsep yang akan diamati.
4. Penalaran probabilistik atau *probabilistic reasoning* (SR4), merupakan kemampuan memperkirakan

semua kemungkinan yang terjadi di setiap tahap pengamatan dari kondisi awal hingga kondisi akhir.

5. Penalaran korelasi atau *correlational reasoning* (SR5), yaitu kemampuan menciptakan hubungan atau keterkaitan antar variabel pada situasi yang dievaluasi.
6. Penalaran hipotesis-deduktif atau *hypothetical-deductive reasoning* (SR6), adalah kemampuan menghasilkan solusi bagi masalah yang muncul dalam suatu peristiwa yang diamati dan menguji hipotesis.

Faktanya, penelitian mengenai analisis kemampuan *scientific reasoning* dalam pembelajaran fisika masih jarang dilakukan ([6], [7]). Berdasarkan penelitian sebelumnya menyatakan bahwa penalaran ilmiah siswa tergolong rendah [8]. Hal tersebut ditunjukkan dengan penalaran korelasional siswa berkategori *no relationship* sebesar 44,3%, penalaran proporsional berkategori *additive* sebesar 24,7%, dan penalaran probabilistik berkategori *approximate* sebesar 62,8%. Kemudian, penelitian lain juga menyebutkan bahwa kemampuan bernalar siswa dikategorikan rendah dalam tiap indikatornya [9]. Penelitian tersebut menyebutkan dari 34 siswa, penalaran proporsional berkategori *additive* sebanyak 20 siswa, penalaran korelasi berkategori *intuitive* sebanyak 25 siswa, penalaran konservasi berkategori *intuitive* sebanyak 24 siswa, dan penalaran hipotesis-deduktif berkategori *observer result* sebanyak 18 siswa.

Berdasarkan data wawancara beberapa guru SMA di Jember, kemampuan *scientific reasoning* siswa masih berada pada level *intuitive* yaitu saat menghadapi permasalahan siswa lebih sering menebak atau menggunakan argumen yang kurang logis dan tidak didasarkan prinsip dan konsep fisika.

Model pembelajaran yang direkomendasikan saat ini dalam Kurikulum Merdeka berfokus pada pengembangan kreativitas siswa dalam pembelajaran, salah satunya dengan model *Project Based Learning* (PjBL) [10]. Proses pembelajaran dengan model PjBL berpusat pada aktivitas siswa mulai dari merancang, merencanakan, melaksanakan, hingga memproduksi proyek [11]. Pengerjaan proyek berlangsung secara berkelompok, dimana peserta didik berkolaboratif memadukan konsep ilmu pengetahuan yang mereka miliki dengan fenomena di lapangan. Pengerjaan proyek oleh siswa menjadi salah satu implementasi pendekatan STEM yang diintegrasikan dalam pembelajaran. Implementasi pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM (STEM-PjBL) dapat melatih *hard skills* diimbangi dengan *soft skills* serta kreativitas siswa sesuai kompetensi abad 21 [1]. Selain itu, model STEM-PjBL dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa pada suatu materi [12]. Hasil penelitian sebelumnya juga menyebutkan bahwa proses pembelajaran dengan STEM-PjBL dapat

berpengaruh terhadap kemampuan *scientific reasoning* siswa [13]. Namun fakta di lapangan, beberapa guru SMA di Jember masih jarang menerapkan pembelajaran STEM-PjBL.

STEM-PJBL adalah pembelajaran melalui proyek yang memberikan kebebasan kepada siswa dalam merumuskan dan merencanakan solusi untuk mencapai hasil tertentu secara kontekstual, pengerjaan proyek akan menunjukkan penguasaan siswa pada beberapa konsep STEM [14]. Melalui STEM-PJBL siswa belajar kolaborasi tim, komunikasi antar teman, berpikir kritis dan analitis dalam menerapkan pengetahuan dan keterampilan di berbagai bidang untuk menyelesaikan masalah nyata. Faktanya, untuk memecahkan masalah dalam proyek siswa perlu memiliki kemampuan *scientific reasoning*, dimana berkaitan dengan proses berpikir tinggi dalam pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan [13]. Adapun sintaks model STEM-PJBL terhadap kemampuan *scientific reasoning* diadopsi dari penelitian [13] disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Sintaks Model STEM-PjBL**

Fase	Model STEM-PjBL	Kegiatan Siswa	<i>Scientific Reasoning</i>
1	Memulai dengan pertanyaan mendasar	Menghadapi masalah untuk menyelesaikan proyek dan mencari referensi berkaitan dengan proyek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SR2</li> <li>• SR3</li> <li>• SR6</li> </ul>
2	Mendesain perencanaan proyek	Merencanakan proyek, membuat desain, dan memilih bahan untuk proyek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SR2</li> <li>• SR4</li> <li>• SR5</li> </ul>
3	Menyusun jadwal	Bersama guru secara kolaboratif menyusun jadwal kegiatan dalam menyelesaikan proyek.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SR4</li> <li>• SR5</li> </ul>
4	Memantau keaktifan dan progress proyek	Mulai bekerja secara kolaboratif	
5	Pembuatan proyek	Merancang teknik dan menentukan alat yang dibutuhkan dalam proyek berdasarkan pengetahuan fisika (sains)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SR4</li> <li>• SR6</li> <li>• SR1</li> <li>• SR3</li> </ul>
6	Evaluasi hasil	Mengukur pencapaian standar dan mengevaluasi kemajuan proyek dan mempresentasikan hasil proyek.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SR5</li> <li>• SR3</li> <li>• SR6</li> </ul>

Pembelajaran fisika berkaitan erat dengan penerapan konsep dan prinsip fisika dalam kehidupan sehari-hari untuk melatih kemampuan bernalar, berpikir analitik, induktif dan deduktif siswa. Salah satu fenomena fisika yang mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari yaitu fluida dinamis seperti pada air terjun, air yang keluar dari tangki atau kran, dan berbagai wahana di waterboom [11]. Faktanya, beberapa guru SMA di Jember menyatakan bahwa penalaran siswa pada materi fluida dinamis masih kurang dan guru masih sulit mengukurnya. Penelitian sebelumnya juga menyebutkan bahwa siswa kesulitan dalam mengidentifikasi gaya yang bekerja pada fluida dan penerapan hukum *Newton* pada fluida [13]. Namun, siswa mampu memecahkan masalah dan membuat solusi terkait konsep fluida dinamis dalam bentuk proyek [11], dan hasil dari implementasi STEM-PjBL pada fluida dinamis mampu meningkatkan pemahaman siswa karena mengembangkan konstruksi pengetahuan melalui praktik sains daripada menghafal fakta [13].

Berdasarkan uraian di atas, dapat dipahami bahwa penelitian mengenai analisis kemampuan *scientific reasoning* siswa dalam pembelajaran fluida dinamis dengan model STEM-PjBL perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat penalaran siswa dalam materi fluida dinamis, mengkaji lebih dalam *scientific reasoning* siswa pada setiap indikatornya, dan efektivitas model STEM-PjBL untuk menganalisis *scientific reasoning* siswa. Hal ini menjadi dasar bagi peneliti dalam mengadakan penelitian dengan judul “Analisis *Scientific Reasoning* Siswa dalam Pembelajaran Fluida Dinamis dengan Model STEM-PjBL”.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif dengan memberikan gambaran mengenai kemampuan *scientific*

*reasoning* siswa dalam pembelajaran fluida dinamis dengan model STEM-PjBL. Penelitian ini menggunakan desain studi kasus Tunggal. Lokasi penelitian dilaksanakan di SMAN 4 Jember yang dilaksanakan pada semester gasal tahun ajaran 2023/2024. Populasi penelitian yaitu satu kelas XI dengan subjek penelitian berjumlah 36 siswa yang dibagi menjadi 6 kelompok.

Prosedur penelitian ini meliputi tiga tahapan yaitu tahap persiapan berupa penyusunan instrumen penelitian dan wawancara dengan guru fisika, tahap pelaksanaan berupa pengambilan data mengenai kemampuan *scientific reasoning* siswa selama proses pembelajaran fluida dinamis dengan model STEM-PJBL dengan proyek alat pompa obat nyamuk. Selanjutnya dilakukan wawancara dengan siswa dan analisis data. Pada tahap akhir, dilakukan penarikan kesimpulan dengan teknik uji kredibilitas data untuk memberikan keabsahan data hasil penelitian menggunakan teknik triangulasi.

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Observasi dilakukan pada setiap kegiatan yang dilakukan siswa selama proses pembelajaran STEM-PJBL berlangsung menggunakan rubrik observasi dimana peneliti dibantu oleh *observer*. Wawancara dilakukan sebelum penelitian untuk menemukan permasalahan terkait proses pembelajaran yang akan digunakan, dan dilakukan setelah penelitian untuk mengetahui umpan balik siswa. Sedangkan dokumentasi digunakan sebagai data pendukung.

Teknik analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan mengolah data dari observasi, wawancara, LKPD, dan dokumentasi menjadi data teks kemudian dilanjutkan dengan reduksi data untuk

memperoleh data yang sesuai dengan tujuan penelitian. Kedua, penyajian data dalam bentuk tabel, gambar, uraian, secara sistematis. Ketiga, dilakukan proses verifikasi data melalui teknik triangulasi dan disajikan dalam kesimpulan. Untuk mempermudah penjabaran terkait hasil observasi siswa dan penilaian LKPD berkelompok maka dilakukan perhitungan menggunakan skala *likert* [15] dalam pengkategorian setiap indikator kemampuan *scientific reasoning* siswa, sebagaimana rumus berikut :

$$\text{Jumlah Siswa atau Kelompok (\%)} = \frac{\text{Frekuensi skor perkategori}}{\text{Frekuensi skor seluruh kategori}} \times 100\%$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil kemampuan *scientific reasoning* siswa sebagai variabel terikat dalam penelitian.

Sedangkan variabel bebas dalam penelitian ini yaitu model STEM-PjBL. Indikator kemampuan *scientific reasoning* siswa menjadi data utama dalam penelitian ini, dimana meliputi indikator penalaran konservasi (*conservation reasoning*), penalaran proporsional (*proportional reasoning*), pengontrolan variabel (*control of variables*), penalaran probabilistik (*probabilistic reasoning*), penalaran korelasi (*correlational reasoning*), dan penalaran hipotesis-deduktif (*hypothetical-deductive reasoning*). Data utama diambil dari kegiatan observasi selama proses pembelajaran berlangsung, dimana observer mengamati dan mengukur setiap indikator *scientific reasoning* siswa dengan kategori sangat baik (4), baik (3), kurang baik (2), dan sangat kurang baik (1). Data hasil observasi tersajikan dalam Tabel 2 sebagai berikut.

**Tabel 2. Data Hasil Observasi terhadap 36 Siswa**

Indikator <i>Scientific Reasoning</i>	Jumlah Siswa (%)			
	Sangat Kurang	Kurang	Baik	Sangat Baik
Penalaran Konservasi	-	11	64	25
Penalaran Proporsional	5	18	46	31
Pengontrolan Variabel	44	4	22	30
Penalaran Probabilistik	6	17	33	44
Penalaran Korelasi	32	6	34	28
Penalaran Hipotesis-Deduktif	28	3	26	43

Berdasarkan tabel di atas, tampak bahwa sebagian besar indikator *scientific reasoning* siswa berkategori baik yakni indikator penalaran konservasi (64%), penalaran proporsional (46%), dan penalaran korelasi (34%). Adapun indikator berkategori sangat baik yaitu indikator penalaran probabilistik (44%) dan penalaran hipotesis-deduktif (43%).

Namun, terdapat indikator yang berkategori sangat kurang baik yaitu indikator pengontrolan variabel (44%).

Selain dari data hasil observasi siswa selama kegiatan diskusi berlangsung, data utama kemampuan *scientific reasoning* siswa juga diperoleh dari hasil pengerjaan lembar kerja peserta didik (LKPD).

Peneliti menilai hasil pengerjaan LKPD siswa dengan kategori sangat baik (4), baik (3), kurang baik (2), dan sangat kurang

baik (1). Data hasil penilaian LKPD disajikan dalam Tabel 3 berikut.

**Tabel 3. Data Hasil Penilaian LKPD Siswa Perkelompok**

Indikator <i>Scientific Reasoning</i>	Jumlah Siswa (%)			
	Sangat Kurang	Kurang	Baik	Sangat Baik
Penalaran Konservasi	-	-	-	-
Penalaran Proporsional	-	12	46	42
Pengontrolan Variabel	33	29	13	25
Penalaran Probabilistik	-	8	42	50
Penalaran Korelasi	22	28	17	33
Penalaran Hipotesis-Deduktif	10	20	20	50

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa sebagian besar indikator *scientific reasoning* kelompok siswa berkategori sangat baik yaitu pada indikator penalaran probabilistik (50%), penalaran korelasi (33%), dan penalaran hipotesis-deduktif (50%). Sedangkan indikator penalaran proporsional berkategori baik (46%) dan indikator pengontrolan variabel berkategori sangat kurang (33%).

### Pembahasan

Penalaran konservasi (*conservation reasoning*) merupakan indikator yang menunjukkan kemampuan siswa dalam memahami kekekalan suatu benda meskipun benda tersebut mengalami perubahan penampilan, kekekalan ini dapat dilihat dari massa dan volume benda yang tetap sama [5]. Penalaran konservasi siswa dikategorikan baik karena selama pembuatan proyek siswa mampu mengungkapkan pendapat pada ukuran volume air dalam wadah yang tetap meskipun bentuk wadah dan selang diubah dan beberapa komponen lain yang jumlahnya tetap namun penampilannya berubah yaitu pada karet gelang dan spons. Berikut contoh kutipan diskusi dan hasil wawancara.

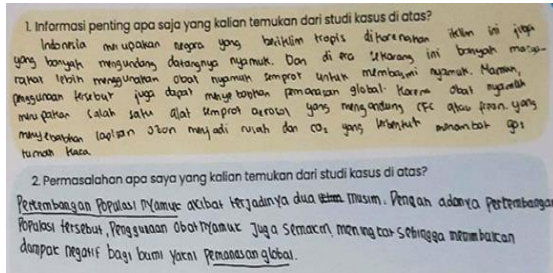
“Coba dimiringin botolnya kan airnya ngumpul di dekat selangnya

tapi kan miliannya tetep.”  
(Diskusi\_K3. P2.T4.KZA)  
“Mungkin dari spons yang digunakan untuk penyangga paralon dan wadah, itu kan kalo direkatkan akan berubah mengikuti bentuk paralonnya, tapi massa dan volumenya kan tidak berubah.”  
(Wawancara\_K2.P3.FHI)

Penalaran konservasi berperan untuk memahami adanya sifat-sifat tertentu pada suatu benda tidak berubah [16]. Hal tersebut sejalan dengan penelitian [6] yang menyatakan penalaran konservasi dikatakan baik jika siswa mampu mempertahankan pengetahuan bahwa sifat tertentu suatu objek akan tetap sama meskipun penampilannya berubah.

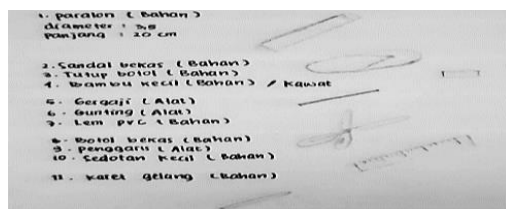
Penalaran proporsional (*proportional reasoning*) merupakan penalaran yang digunakan untuk mengenali masalah dan memberikan jawaban terhadap permasalahan yang berhubungan dengan proporsi dan rasio atau perbandingan [8], [13]. Indikator penalaran proporsional siswa pada tahap pertanyaan mendasar berkategori baik karena siswa dapat menemukan informasi penting yaitu meningkatnya populasi nyamuk di Indonesia saat memasuki musim hujan,

sehingga mereka mampu mengenali permasalahan bahwa penggunaan obat nyamuk semprot oleh masyarakat untuk meminimalisir nyamuk dapat menyebabkan pemanasan global jika berlebihan.

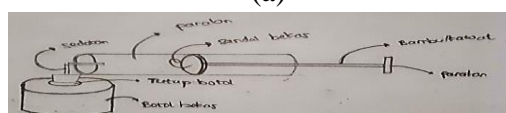


**Gambar 1. Contoh Jawaban Penalaran Mengenali Masalah yang Baik**

Hal ini sejalan dengan penelitian [13] menyebutkan bahwa penalaran proporsional yang muncul di setiap tahap sebelum pembuatan proyek dikatakan baik apabila siswa mampu mengenali permasalahan beserta faktor-faktor penyebab permasalahan tersebut muncul. Indikator proporsional siswa dalam tahap perencanaan proyek juga baik, ditunjukkan dengan siswa mampu menentukan rasio dan proporsi bahan-bahan yang akan dibutuhkan disesuaikan dengan referensi dan pengetahuan mereka. Selain itu, siswa mampu memperkirakan desain sesuai dengan solusi yang mereka berikan dan referensi yang dicari.



(a)



(b)

**Gambar 2. Contoh Jawaban Proporsi dan Rasio Desain, Alat, dan Bahan yang Baik**

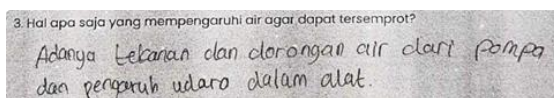
Sebagaimana penelitian yang menyatakan bahwa penalaran proporsional dikatakan baik jika siswa mampu menentukan dan membandingkan rasio [6]. Penalaran proporsional berguna bagi siswa dalam mendeskripsikan konsep dan memahami hal-hal yang berkaitan dengan kecepatan, rasio, dan proporsi termasuk skala, sehingga akan memudahkan siswa dalam membuat kesimpulan [17].

Pengontrolan variabel (*control of variables*) merupakan indikator kemampuan mengontrol dan mengidentifikasi tiap variabel dalam suatu permasalahan. Kemampuan siswa dalam indikator ini dikategorikan sangat kurang baik karena pada saat menjawab permasalahan di studi kasus, siswa hanya menjawab permasalahannya saja yaitu pemanasan global akibat penggunaan obat nyamuk semprot tanpa menjelaskan faktor penyebab terjadinya pemanasan global akibat obat nyamuk semprot sebagai salah satu bentuk aerosol yang mengandung CFC yang berdampak pada lapisan ozon bumi. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa pengontrolan variabel dikategorikan kurang baik jika siswa kurang mampu memberikan penjelasan yang benar terhadap hal-hal yang berpengaruh terhadap suatu permasalahan [5]. Pengontrolan variabel dalam pengambilan data pengamatan oleh tiga kelompok yang berhasil membuat produk dikategorikan baik karena siswa mampu mengontrol variabel yang meliputi variabel bebas (jarak) dan variabel kontrol (komponen alat pompa), serta mampu menuliskan hasil pengamatan sebagai variabel terikat.



**Gambar 3. Produk yang Berhasil**

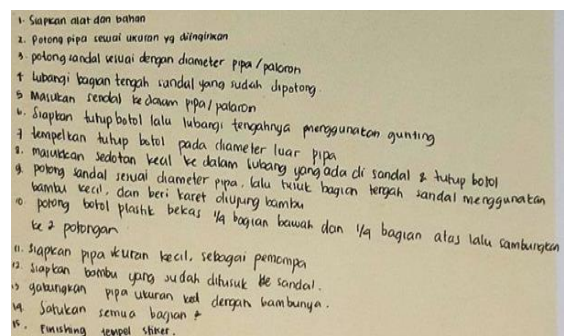
Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa pengontrolan variabel yang baik yaitu saat siswa mampu menentukan hasil dari temuannya [18]. Namun, dalam tahap evaluasi siswa kurang baik karena sebagian besar siswa menyebutkan adanya tekanan atau dorongan pompa saja, padahal komponen alat juga mempengaruhi seperti kerapatan klep terhadap tabung, serta ukuran dan posisi selang.



**Gambar 4. Contoh Jawaban Pengontrolan Variabel yang Kurang Baik**

Indikator pengontrolan variabel dikatakan kurang baik sebab siswa hanya fokus mengidentifikasi satu variabel saja [13]. Penalaran pengontrolan variabel tergolong keterampilan yang sulit dalam penafsiran konteks fisika [19]. Oleh sebab itu, indikator pengontrolan variabel ini perlu ditingkatkan karena indikator ini merupakan aspek penting dalam perencanaan, pelaksanaan, dan menafsirkan konsep fisika [20].

Penalaran probabilistik (*probabilistic reasoning*) merupakan indikator kemampuan dalam memahami berbagai kemungkinan yang terjadi pada setiap tahapan suatu peristiwa ([8], [13]). Indikator penalaran probabilistik siswa dikategorikan sangat baik karena siswa mampu menentukan alat dan bahan yang dibutuhkan disesuaikan dengan referensi dan keberadaan alat dan bahan di sekitar mereka, kemudian menyusun langkah kerja yang jelas dan efektif, dan mendesain produk sesuai dengan referensi dan ide siswa. Selama penyusunan jadwal kegiatan, siswa mampu memperkirakan kemungkinan capaian target setiap harinya disesuaikan dengan batas waktu (*deadline*) yang telah ditentukan oleh guru.



**Gambar 5. Contoh Jawaban Langkah Kerja yang Baik dalam Perencanaan Proyek**

Jadwal Kegiatan	
23/10	Perencanaan desain alat semprot obat nyamuk
24/10	Persiapan alat dan bahan
25/10	Proses Pembuatan (Day 1)
26/10	Proses Pembuatan (Day 2)
27/10	Proses Pembuatan (Day 3)
28/10	Finishing alat semprot obat nyamuk
30/10	Evaluasi

**Gambar 6. Contoh Jawaban Penyusunan jadwal yang Baik**

Selama pembuatan proyek, siswa juga mampu memperkirakan adanya kendala, sehingga mereka berusaha untuk menghindarinya dengan solusi yang diberikan. Jika kendala tersebut terjadi hingga membuat kegagalan produk, siswa berusaha memperbaiki dan menguji coba kembali, serta berkonsultasi dengan guru untuk perbaikan produk mereka. Penelitian juga menyatakan bahwa penalaran probabilistik dikategorikan baik jika siswa mampu memahami kemungkinan yang terjadi pada suatu objek sehingga melakukan pengulangan dengan *treatment* yang lebih besar untuk mencapai hasil yang telah ditentukan ([6], [20]). Penalaran probabilistik menjadi aspek penting bagi siswa dalam menggunakan informasi untuk menentukan kebenaran dari suatu kesimpulan [21].

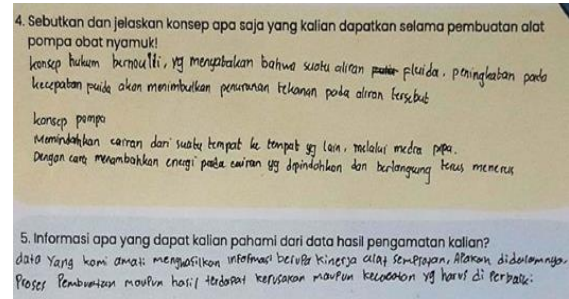
Penalaran korelasi (*correlational reasoning*) merupakan kemampuan



menentukan hubungan fenomena yang diamati [21]. Indikator penalaran korelasi siswa mendapatkan kategori baik karena siswa mampu menyusun langkah kerja yang efektif kemudian dikaitkan dan disesuaikan dengan alat & bahan yang telah direncanakan.

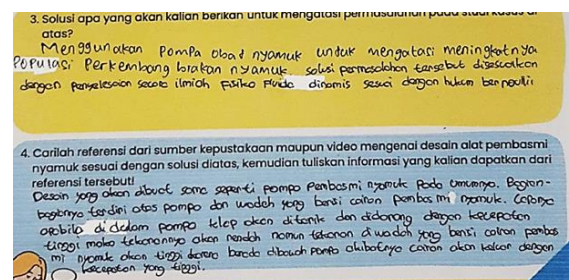
Dalam wawancara, siswa mampu mengungkapkan alasan pemilihan ukuran selang juga disampaikan dengan baik dan telah dikaitkan dengan konsep persamaan kontinuitas. Pada tahap penyusunan jadwal kegiatan, siswa mampu menyusun capaian target dikaitkan dengan realita dan batas waktu (*deadline*) yang ditentukan oleh guru. Begitu pula dalam pengambilan data pengamatan, siswa memahami pengaruh tiap variabel yaitu terhadap hasil pengamatan, sebab itu siswa mengontrol dua variabel tersebut dengan baik agar mendapatkan hasil pengamatan yang sesuai. Sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penalaran korelasi dikategorikan baik bila siswa mampu menentukan hubungan timbal balik antar variable [6].

Dengan demikian, penalaran korelasi berperan dalam melatih pola pikir siswa dalam memahami kekuatan hubungan antar variabel [20]. Namun pada tahap evaluasi, penalaran korelasi siswa dikategorikan kurang baik karena pemahaman siswa mengenai keterkaitan konsep fluida dinamis dengan alat pompa obat nyamuk (produk) masih kurang tepat karena siswa menyebutkan hanya prinsip Bernoulli dalam alat pompa obat nyamuk, padahal terdapat persamaan kontinuitas yakni udara dari tabung pompa berpenampang besar melewati selang atau sedotan berpenampang lebih kecil. Selain itu, kemampuan siswa dalam menuliskan informasi dari data hasil pengamatan juga kurang baik karena jawaban tidak berkaitan dengan hubungan antar variabel dalam hasil pengamatan.



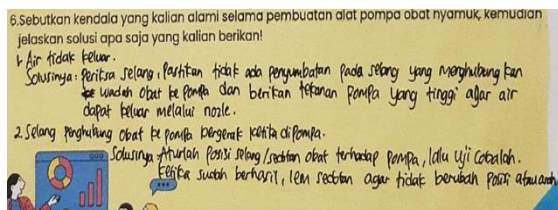
**Gambar 7. Contoh Jawaban Keterkaitan Konsep Fluida Dinamis dengan Alat Pompa Obat Nyamuk (Produk) yang Kurang Baik**

Hal ini diperkuat dari hasil wawancara dengan siswa bahwa guru belum pernah menjelaskan tentang variabel serta belum pernah mengadakan praktikum atau pengamatan fisika. Penalaran korelasi siswa dikategorikan kurang baik jika belum mampu menjelaskan secara tepat keterkaitan tiap variabel dari permasalahan [9]. Penalaran korelasional merupakan aspek penting dalam interaksi sosial dan proses pembelajaran agar siswa mampu memahami hubungan yang valid maupun tidak valid [22]. Oleh sebab itu, perlu melatih siswa dalam memberikan argumen yang dapat memvalidasi hasil pengamatan atau penelitian [7]. Penalaran hipotesis deduktif (*hypothetical-deductive reasoning*) merupakan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan berpikir kritis [23]. Indikator penalaran hipotesis-deduktif siswa dikategorikan sangat baik karena siswa mampu memberikan solusi yang sesuai dengan permasalahan studi kasus.



**Gambar 8. Contoh Jawaban Solusi dari Permasalahan Studi Kasus yang Baik**

Kemudian siswa mampu mencari referensi yang sesuai dengan solusi dan menuliskan informasi sesuai referensi. Adapun penalaran hipotesis-deduktif siswa pada tahap evaluasi juga tergolong sangat baik karena mampu siswa menjelaskan kendala yang dialami selama pembuatan proyek serta memberikan solusi yang sesuai untuk mengatasi kendala tersebut.



**Gambar 9. Contoh Jawaban Keterkaitan Kendala dan Solusi dari Pembuatan Proyek yang Baik**

Kemampuan siswa dalam memberikan solusi terhadap kendala yang dialami menunjukkan kemampuan tingkat tinggi yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan kongkrit [24]. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa penalaran hipotesis-deduktif siswa dikatakan baik jika siswa mampu mengembangkan solusi yang dapat diterapkan dalam mengatasi suatu masalah [17].

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa kemampuan *scientific reasoning* siswa pada pembelajaran fluida dinamis dengan model STEM-PjBL dilihat dari setiap indikatornya. Dari enam indikator kemampuan *scientific reasoning*, terdapat dua indikator yang berkategori sangat baik yaitu indikator penalaran probabilistik (*probabilistic reasoning*) dan penalaran hipotesis-deduktif (*hypothetical-deductive reasoning*). Penalaran probabilistik dikategorikan sangat baik ditunjukkan dengan kemampuan memahami kemungkinan-kemungkinan yang akan

terjadi selama pembuatan proyek, kemampuan ini ditunjukkan dalam tahap perencanaan proyek. Adapun penalaran hipotesis-deduktif ditunjukkan dengan kemampuan berpikir siswa dalam menemukan solusi dalam permasalahan studi kasus dan kendala selama pembuatan proyek. Sedangkan, indikator yang berkategori baik meliputi penalaran konservasi (*conservation reasoning*), penalaran proporsional (*proportional reasoning*), dan penalaran korelasi (*correlational reasoning*). Penalaran konservasi siswa yang baik ditunjukkan dengan siswa mampu memahami benda-benda proyek yang mengalami perubahan penampilan namun massa dan volumenya tetap, sedangkan penalaran proporsional ditunjukkan dengan siswa mampu mengenali masalah dan menentukan rasio serta proporsi alat dan bahan dalam perencanaan proyek. Adapun penalaran korelasi yang juga dikategorikan baik ditunjukkan dengan siswa mampu memahami pengaruh tiap variabel, menyusun langkah kerja efektif disesuaikan dengan alat dan bahan yang direncanakan, dan memberikan argumen untuk memvalidasi hasil pengamatan.

Adapun indikator yang berkategori sangat kurang baik yaitu indikator pengontrolan variabel (*control of variables*). Hal ini ditunjukkan dengan siswa kurang mampu memberikan penjelasan yang rinci terhadap hal-hal yang berpengaruh terhadap suatu fenomena. Sebagian besar siswa hanya fokus mengidentifikasi satu variabel saja.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Sumarni, N. Wijayati, dan S. Supanti, "Kemampuan Kognitif dan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek Berpendekatan STEM," *J-PEK (Jurnal Pembelajaran Kim., vol. 4, no. 1, pp. 18–30, 2019, doi:*

- 10.17977/um026v4i12019p018.
- [2] Nikmatin Mabsutsah dan Y. Yushardi, "Analisis Kebutuhan Guru terhadap E Module Berbasis STEAM dan Kurikulum Merdeka pada Materi Pemanasan Global," *J. Pendidik. MIPA*, vol. 12, no. 2, pp. 205–213, 2022, doi: 10.37630/jpm.v12i2.588.
- [3] M. S. Ayuni, I. W. Distrik, and V. Viyanti, "The Effect of E-LKPD Assisted PJBL-STEM Learning Model on Scientific Reasoning Ability and Argumentation Performance of Class XII Science Students in Renewable Energy Materials," *Phys. Educ. Res. J.*, vol. 4, no. 2, pp. 79–86, 2022, doi: 10.21580/perj.2022.4.2.12634.
- [4] K. Koenig, M. Schen, and L. Bao, "Explicitly Targeting Pre-service Teacher Scientific Reasoning Abilities and Understanding of Nature of Science through an Introductory Science Course Abstract," *Explic. Target. Pre-service Teach. Sci. Reason. Abil. Underst. Nat. Sci. through an Introd. Sci. Course*, vol. 21, no. 2, pp. 1–9, 2012.
- [5] V. Yossyana, R. W. Bachtiar, dan Maryani, "Profil Kemampuan Bernalar Siswa SMA Kelas XI di Kabupaten Jember pada Materi Usaha dan Energi," vol. 3, pp. 247–252, 2018.
- [6] N. 'Aini, Subiki, dan B. Supriadi, "Identifikasi Kemampuan Penalaran Ilmiah (Scientific Reasoning) Siswa SMA di Kabupaten Jember Pada Pokok Bahasan Dinamika," *Semin. Nas. Pendidik. Fis. 2018*, vol. 3, pp. 121–126, 2018.
- [7] F. Anjani, Supeno, dan Subiki, "Kemampuan Penalaran Ilmiah Siswa SMA dalam Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Inkuiri Terbimbing Disertai Diagram Berpikir Multidimensi," *Lantanida J.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–95, 2020.
- [8] E. Rimadani, Parno, dan M. Diantoro, "Identifikasi Kemampuan Penalaran Ilmiah Siswa SMA pada Materi Suhu dan Kalor," *J. Pendidik. Teor. Penelitian, dan Pengemb.*, vol. 2, no. 4, pp. 833–839, 2017.
- [9] P. O. Wardani, Supeno, and Subiki, "Identifikasi Kemampuan Penalaran Ilmiah Siswa SMK tentang Rangkaian Listrik pada Pembelajaran Fisika," *Semin. Pendidik. Fis. 2018*, vol. 3, pp. 183–188, 2018.
- [10] W. Antika, B. Sasomo, dan A. D. Rahmawati, "Analisis Asesmen Diagnostik pada Model Pembelajaran Project Based Learning di Kurikulum Merdeka SMPN 3 Sine," *Pedagogy*, vol. 8, no. 1, pp. 250–263, 2023.
- [11] Z. L. Utami, N. Bukit, M. P. Simanjuntak, dan Motlan, "Pengaruh Model Project Based Learning terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif pada Materi Fluida Dinamis di SMA," *J. Pendidik. Fis.*, vol. 8, no. 2, pp. 97–101, 2019.
- [12] C. E. Erlinawati, S. Bektiarso, dan Maryani, "Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM pada Pembelajaran Fisika," *Semin. Nas. Pendidik. Fis. 2019*, vol. 4, no. 1, pp. 1–4, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/fki-p-epro/article/view/15105>
- [13] K. S. Handayanto and N. D. Putri, "The Effect of Project-Based Learning in STEM on Students' Scientific Reasoning," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1835, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1835/1/012006.
- [14] R. M. Capraro, M. M. Capraro, and J. ames R. Morgan, *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*.

- Rotterdam: Sense Publishers, 2013. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=PS5KAAAQBAJ>
- [15] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: ALFABETA, 2016.
- [16] G. A. Handayani, S. Windyariani, dan R. Y. Pauzi, "Profil Tingkat Penalaran Ilmiah Siswa Sekolah Menengah Atas pada Materi Ekosistem," *Biodik*, vol. 6, no. 2, pp. 176–186, 2020, doi: 10.22437/bio.v6i2.9411.
- [17] D. T. Nagara, A. F. Musyaffa, and S. Kusairi, "Analisis Kemampuan Penalaran Ilmiah Siswa SMK Negeri 1 Singosari," *Semin. Nas. Pendidik. Fis. 2018*, vol. 3, no. 2, pp. 203–210, 2018.
- [18] L. Zahro, A. Juhanda, dan G. Nuranti, "Profil Kemampuan Berpikir Logis Siswa SMP Kelas VII Berbasis Gender," *J. Pelita Pendidik.*, vol. 8, no. 2, pp. 134–137, 2020, doi: 10.24114/jpp.v8i2.17867.
- [19] A. U. Yana, S. K. Handayanto, dan T. Wuryanti, "Eksplorasi Kemampuan Scientific Reasoning Materi Hukum Newton Siswa SMA," *J. Pendidik. Teor. Penelitian, dan Pengemb.*, vol. 6, no. 4, pp. 503–509, 2021, doi: 10.17977/jptpp.v6i4.14694.
- [20] I. W. Yusa, W. P. Hadi, dan Suwandi, "Analisis Profil Scientific Reasoning Ability dan Korelasi terhadap Hasil Penilaian Akhir Semester Peserta Didik pada Pembelajaran IPA," *J. Pendidik. MIPA*, vol. 12, no. September, pp. 682–689, 2022.
- [21] P. D. Sundari dan E. Rimadani, "Peningkatan Penalaran Ilmiah Siswa melalui Pembelajaran Guided Inquiry Berstrategi Scaffolding pada Materi Suhu dan Kalor," *J. Eksakta Pendidik.*, vol. 4, no. 1, pp. 34–41, 2020, doi: 10.24036/jep/vol4-iss1/402.
- [22] J. A. Ross and E. Smith, "Thinking Skills for Gifted Students: The Case for Correlational Reasoning," *Roeper Rev.*, vol. 17, no. 4, pp. 239–243, 1995.
- [23] I. D. Andani, S. H. B. Prastowo, dan Supeno, "Identifikasi Kemampuan Penalaran Hipotesis-Deduktif Siswa SMA dalam Pembelajaran Fisika Materi Hukum Newton," *Semin. Nas. Quantum*, vol. 25, pp. 562–568, 2018.
- [24] A. E. Lawson, "The Generality of Hypothetico-Deductive Reasoning: Making Scientific Thinking Explicit," *Am. Biol. Teach.*, vol. 62, no. 7, pp. 482–494, 2000, doi: 10.2307/4450956.