



Investigation of Scientific Reasoning Skills Survey Research on Static Fluid Topics

Patricia Ari^{1*}, Parno¹, Khusaini¹, & Muhammad Abd Hadi Bunyamin²

¹Physic Education Study Program, Universitas Negeri Malang, Indonesia

²Physics Education, Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia

*Corresponding author: patricia.ari.2203218@students.um.ac.id

Abstract: The aim of this study is to evaluate the level of students' scientific reasoning skills in the subject of static fluids. This research was conducted through a descriptive quantitative survey. The study involved 110 high school students from Grade 12 in Malang, Indonesia, during the 2023/2024 academic year. Six scientific reasoning skill test instruments were used to collect data. The data collection was carried out using six test instruments, covering Control of Variables, Conservation Reasoning, Probabilistic Reasoning, Correlational Reasoning, Hypothetical-Deductive Reasoning, and Proportional Reasoning, with a Cronbach's alpha of 0.744, indicating high reliability. The data were analyzed using descriptive statistical tests, followed by classification of skill levels based on static fluid subtopics and scientific reasoning indicators. According to the survey results, 33% of students demonstrated low-level scientific reasoning skills. Based on the static fluid subtopics, the highest to lowest scores were found in Archimedes' Principle (35%), hydrostatic pressure (34%), and Pascal's Law (31%), all within the low category. In terms of scientific reasoning sub-indicators, the highest to lowest scores were observed in Hypothetical-Deductive Reasoning (42%) and Probabilistic Reasoning (41%), categorized as moderate, while lower scores were found in Correlational Reasoning (39%), Conservation Reasoning (29%), Control of Variables (26%), and Proportional Reasoning (24%), all within the low category. The results suggest that students struggle with analyzing factors affecting sinking, floating, and buoyancy; identifying variables influencing hydrostatic pressure; and performing mathematical calculations related to force and cross-sectional area comparisons. These findings indicate that instruction needs to be strengthened to help students improve their scientific reasoning, particularly in the indicators of Conservation Reasoning, Control of Variables, and Proportional Reasoning, which remain low. To maximize the effectiveness of this research, educators should employ active learning models such as the 7E Learning Cycle Model integrated with the STEAM approach, which can directly engage students.

Keywords: Scientific reasoning skills, static fluids, STEAM, survey method, 7E learning cycle

Investigasi Penelitian Survei Keterampilan Penalaran Ilmiah pada Topik Fluida Statis

Abstrak: Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi tingkat keterampilan penalaran ilmiah yang dimiliki siswa pada subjek fluida statis. Penelitian ini dilakukan melalui survei kuantitatif deskriptif. Studi ini melibatkan 110 siswa SMA kelas XII di Malang, Indonesia, pada tahun ajaran 2023/2024. 6 instrumen tes keterampilan penalaran ilmiah digunakan untuk mengumpulkan data. Pengumpulan data dilakukan menggunakan 6 instrumen tes keterampilan penalaran ilmiah yang mencakup *Control of Variable*, *Conservation Reasoning*, *Probabilistic reasoning*, *Correlational Reasoning*, *Hypothetical-Deductive Reasoning* dan *Proportional Reasoning* dengan *Cronbach's alpha* 0,744 berkategori tinggi. Data dianalisis menggunakan uji statistik deskriptif yang dilanjutkan dengan pengelompokan level berdasarkan subtopik fluida statis dan indikator penalaran ilmiah. Keterampilan penalaran ilmiah dimiliki oleh 33% siswa dalam kategori Rendah, menurut hasil survei. Berdasarkan data subtopik fluida statis, ditemukan nilai tertinggi ke terendah secara berturut-turut pada Hukum archimedes, tekanan hidrostatis dan hukum pascal sebesar 35%, 34% dan 31% dengan kategori Rendah. Peninjauan berdasarkan subindikator penalaran ilmiah, ditemukan

nilai secara berturut-turut dari tertinggi ke terendah terjadi pada indikator *Hypothetical-Deductive Reasoning*, *Probabilistic reasoning* sebesar 42%, 41%, dengan kategori sedang dan kategori rendah pada indikator *Correlational Reasoning*, *Conservation Reasoning*, *Control of Variable* dan *Proportional Reasoning* sebesar 39%, 29%, 26%, 24%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa menghadapi kesulitan dalam menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi tenggelam, melayang, dan terapungnya benda; menemukan variabel yang mempengaruhi tekanan hidrostatis; dan melakukan perhitungan matematis yang berkaitan dengan perbandingan gaya dan luas penampang. Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran harus diperkuat untuk membantu siswa dalam meningkatkan penalaran ilmiah, terutama indikator *Conservation Reasoning*, *Control of Variable*, dan *Proportional Reasoning* yang masih dianggap rendah. Untuk memaksimalkan penelitian ini, peneliti harus menggunakan model pembelajaran aktif seperti Model Learning Cycle 7E dengan pendekatan STEAM yang dapat melibatkan siswa secara langsung.

Kata kunci: Fluida statis, keterampilan penalaran ilmiah, learning cycle 7E, metode survei, STEAM

PENDAHULUAN

Fluida statis adalah salah satu topik penting dalam fisika yang mempelajari perilaku fluida dalam keadaan diam (Truesdell & Rajagopal, 2000). Pemahaman tentang fluida statis sangat penting, karena konsep ini mendasari banyak fenomena fisik yang terjadi di sekitar kita, seperti tekanan atmosfer, pengapungan kapal, dan perilaku cairan dalam pipa (Nooritasari et al., 2020). Pemahaman yang baik terhadap topik ini tidak hanya memerlukan kemampuan kognitif dasar, tetapi juga kemampuan penalaran ilmiah untuk menganalisis situasi nyata, membuat prediksi, dan memecahkan masalah terkait dengan fluida dalam keadaan diam (Tatsar et al., 2020). Namun, beberapa penelitian menunjukkan banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep fluida statis secara mendalam (Yulianawati et al., 2019). Siswa kesulitan membedakan antara tekanan dan gaya (Januarifin et al., 2017), atau memahami tekanan bekerja dalam fluida dalam berbagai hubungan antara tekanan, kedalaman, densitas fluida, dan percepatan gravitasi bisa menjadi tantangan (Dyah et al., 2019). Menerapkan prinsip Archimedes untuk menghitung gaya apung (Hardiyanti et al., 2018), dan memprediksi apakah suatu benda akan mengapung, melayang, atau tenggelam bisa sulit (Adam et al., 2019). Siswa kesulitan dalam menggunakan rumus-rumus yang relevan untuk menyelesaikan soal-soal fluida statis (Miadi et al., 2019). Banyaknya kesulitan siswa dalam mempelajari fluida statis mempengaruhi rendahnya kemampuan penalaran ilmiah siswa (Syahidah et al., 2017).

Penalaran ilmiah adalah proses berpikir yang sistematis dan logis yang digunakan untuk memahami fenomena alam dan menyelesaikan masalah berdasarkan bukti dan fakta (Khoeriah et al., 2022). Keterampilan ini sangat penting dalam pendidikan sains, karena memungkinkan siswa untuk mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang konsep-konsep ilmiah dan menerapkannya dalam situasi nyata (Lawson, 2004). Dalam konteks pendidikan, penalaran ilmiah tidak hanya berfokus pada penguasaan materi, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif (Erlina et al., 2018). Hal ini penting bagi siswa agar mampu menganalisis informasi, mengevaluasi bukti, dan membuat keputusan yang berdasarkan pada pemahaman ilmiah (Anjani et al., 2020). Apabila keterampilan penalaran ilmiah tidak dimiliki siswa, maka siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi dalam pembelajaran (Rahayu & Ismawati, 2022).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan kemampuan penalaran ilmiah siswa masih rendah dalam berbagai bidang ilmu (Prastiwi et al., 2018). Siswa cenderung hanya menghafal konsep tanpa mengembangkan kemampuan penalaran ilmiah yang diperlukan untuk penerapan konsep-konsep IPA dalam berbagai konteks (Rahayu & Ismawati, 2022). Guru kurang memberikan soal evaluasi kepada siswa yang berfokus pada peningkatan

penalaran ilmiah siswa, khususnya pada topik kinematika gerak lurus (Permana, 2018; Ikhsan et al., 2019). Penilaian yang hanya berfokus pada hafalan dan tidak mengukur kemampuan penalaran ilmiah yang berfokus pada topik Elastisitas dan Hukum Hooke (Firdausi et al., 2020). Guru-guru perlu menerapkan strategi pembelajaran yang sesuai dalam pengajaran sains misalnya berbasis masalah, untuk dapat mengembangkan kemampuan siswa terutama kemampuan abad 21 (Widyaningsih et al., 2024). Kemampuan siswa belum dapat dikembangkan karena kurangnya kesempatan untuk terlibat dalam perancangan eksperimen, pengumpulan data, dan analisis data pada Suhu dan Kalor (Anjani et al., 2020; Rimadani & Diantoro, 2017). Kurangnya kesempatan untuk berkolaborasi dengan teman sebaya dalam menyelesaikan masalah dan berbagi ide (Hayunida et al., 2018). Selain itu beberapa penelitian sebelumnya berfokus pada mengevaluasi kemampuan siswa (Rafiah et al., 2018), peningkatan kemampuan pemecahan masalah pada topik fluida statis (Husnul et al., 2017), kemampuan berpikir kritis topik fluida statis (Ayub et al., 2021), gelombang mekanik (Azizah et al., 2024), pemecahan masalah pada topik fluida dinamis (Ayub et al., 2021), dan pemahaman konsep pada topik fluida statis (Tatsar et al., 2020).

Berdasarkan penelitian sebelumnya banyak yang telah dilakukan untuk mengevaluasi pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika, namun masih jarang peneliti yang secara khusus menyelidiki keterampilan penalaran ilmiah yang ditinjau pada 6 indikator dalam konteks fluida statis (Lawson, 2004). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan survei dengan menggunakan tes essay sehingga hasilnya dapat dikategorikan sesuai level keterampilan penalaran ilmiah siswa pada topik fluida statis, untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi pemahaman siswa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk mengembangkan langkah-langkah kegiatan pembelajaran dengan penggunaan model *Learning Cycle 7E* dan pendekatan STEAM.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini memanfaatkan pendekatan kuantitatif menggunakan desain survei. Studi ini melibatkan 110 siswa dari kelas XII SMAN di Jawa Timur yang mengambil bagian peminatan IPA, terdiri dari 83 perempuan dan 27 laki-laki. Alat pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes kemampuan penalaran ilmiah yang terdiri dari 6 soal uraian yang berfokus pada materi fluida statis, seperti tekanan hidrostatis, hukum archimedes, dan pascal.

Pengumpulan data dilakukan dengan penyebaran instrumen tes kepada siswa kelas XII secara tatap muka dan diawasi secara ketat untuk memastikan bahwa siswa mengisi instrumen tes secara mandiri. Uji statistik deskriptif, validasi empiris, dan taraf kesukaran soal digunakan untuk melakukan analisis data. Setelah instrumen tersebut diisi oleh siswa, data dikumpulkan menjadi satu dan dilanjutkan dengan pengujian data menggunakan menggunakan program SPSS bertujuan untuk menjabarkan pengujian hasil data instrumen dengan meninjau kelayakan data tersebut. Dari pengujian dengan menggunakan program SPSS tersebut diperoleh hasil uji kevalidan tes instrumen penalaran ilmiah dalam rentang 0,587-0,723 berkategori Valid, Nilai reliabilitas 0,744 kategori reliabel, daya beda 0,393-0,395 kategori cukup dan 0,501-0,540 kategori baik, sedangkan nilai taraf kesukaran berada pada rentang 0,24-0,288 kategori sukar dan 0,388-0,42 kategori sedang. Untuk menganalisis jawaban siswa, peneliti menggunakan rubrik penilaian yang disusun berdasarkan tingkat kemampuan penalaran ilmiah siswa, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rubrik Penilaian Penalaran Ilmiah

Indikator	Skala	Kriteria
<i>Hypothetical-Deductive Reasoning</i>	0	Tidak ada penjelasan atau tidak memberikan jawaban
	1	Penjelasan tidak mengacu pada petunjuk atau informasi
	2	Membandingkan langsung/ pengulangan petunjuk
	3	Petunjuk atau informasi digunakan untuk membuat prediksi baru
	4	Penjelasan logika bertahap berdasarkan konsep
<i>Control of Variable</i>	0	Tidak menjawab sama sekali
	1	Penjelasan tidak berhubungan dengan teori/ Penjelasan tidak logis
	2	Penjelasan memuat satu variabel
	3	Penjelasan memuat dua variabel
	4	Penjelasan memuat variabel control, variabel bebas dan variabel terikat
<i>Proportional Reasoning</i>	0	Tidak menjawab sama sekali
	1	Penjelasan tidak mengacu pada petunjuk atau informasi yang diberikan Hanya
	2	Perhitungan atau penjelasan hanya fokus pada satu perbedaan
	3	Penggunaan proporsi secara parsial atau tidak lengkap
	4	Penggunaan proporsi yang lengkap dan benar berdasarkan rasio konstan
<i>Correlational Reasoning</i>	0	Tidak menjawab sama sekali
	1	Tidak Ada penjelasan atau penjelasan tidak logis
	2	Ada penjelasan tetapi tidak berhubungan
	3	Menggunakan perbandingan kuantitatif dan kualitatif
	4	Penjelasan saling berhubungan dan kesimpulan menggunakan semua data yang ada untuk menghubungkan dengan data sebelumnya
<i>Conservation Reasoning</i>	0	Tidak menjawab sama sekali
	1	Memberikan penjelasan tidak sesuai dengan informasi
	2	Memahami konservasi, namun masih salah mengaitkan konsep
	3	Memahami konservasi, tapi penjelasan konsep kurang
	4	Memahami konservasi, informasi penjelasan konsep lengkap
<i>Probabilistic reasoning</i>	0	Tidak ada jawaban
	1	Memberikan penjelasan tidak sesuai dengan informasi
	2	Ada penjelasan deskriptif yang benar namun kurang lengkap
	3	Ada penjelasan deskriptif baik kuantitatif atau kualitatif namun kurang lengkap
	4	Ada penjelasan deskriptif baik kuantitatif maupun kualitatif secara lengkap dan benar

Untuk mengetahui tingkat kemampuan penalaran ilmiah masing-masing siswa, skala ditransformasi berdasarkan skor mereka. Selanjutnya, siswa dikelompokkan berdasarkan tingkat kemampuan mereka dalam penalaran ilmiah berdasarkan interval yang ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Tingkat Kemampuan penalaran ilmiah

Interval Nilai (%)	Kategori
$81 < x \leq 100$	Sangat Tinggi
$61 < x \leq 80$	Tinggi
$41 < x \leq 60$	Sedang
$21 < x \leq 40$	Rendah
$0 < x \leq 20$	Sangat rendah

(Kalambo et al., 2021)

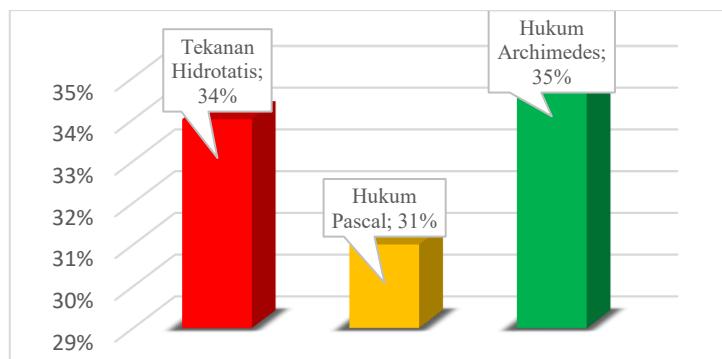
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil tes kemampuan penalaran ilmiah siswa dijabarkan melalui hasil uji deskriptif. Adapun hasil uji statistik sebagaimana pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Deskriptif Statistik Kemampuan Penalaran Ilmiah

Informasi	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
Skor	110	4.17	75.00	33.4470	15.45128

Berdasarkan data pada Tabel 3. Hasil uji dekriptif statistik di atas, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang cukup besar dalam kemampuan penalaran ilmiah di antara peserta. Rata-rata skor menunjukkan bahwa kemampuan penalaran ilmiah sebagian besar peserta berada di tingkat yang relatif rendah, dengan nilai rata-rata 33.45. Namun, terdapat beberapa individu yang memperoleh nilai tinggi dengan skor hingga skor 75 sementara yang lain memiliki skor jauh di bawah rata-rata, yaitu 4.17. Hasil tersebut sejalan dengan beberapa penelitian terdahulu tentang kemampuan penalaran ilmiah yang dapat dikembangkan (Prastiwi et al., 2018; Purwana & Rusdiana, 2021; Rahayu & Ismawati, 2022). Namun ada beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kemampuan penalaran ilmiah siswa dalam memahami konsep fisika umumnya berada pada tingkat yang lebih tinggi, yang membahas topik fluida statis (Dyah et al., 2019; Hardiyanti et al., 2018; Nooritasari et al., 2020), topik fluida dinamis (Silaban, 2021), gerak harmonic sederhana (Syahidah et al., 2017), topik kalor (Lisma et al., 2017), dan Vektor (Andaru et al., 2019). Setelah dilakukan pengujian deskriptif statistik, penelitian ini juga mengelompokkan hasil rata-rata nilai siswa berdasarkan subtopik fluida statis pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai Rata-rata Kemampuan Penalaran Ilmiah Pada Subtopik Fluida Statis

Berdasarkan Gambar 1, menunjukkan bahwa nilai rata-rata siswa pada topik tekanan hidrostatis, hukum pascal dan hukum Archimedes berkategori rendah. Berdasarkan tingkatan nilai rata-rata fluida statis berurutan yang paling tinggi adalah pada subtopik hukum Archimedes, tekanan hidrotatis dan nilai rata-rata terendah pada hukum pascal. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa Hukum Pascal cenderung lebih sulit dipahami, sementara Hukum Archimedes dan Tekanan Hidrostatis lebih mudah dipahami oleh siswa (Dyah et al., 2019; Hardiyanti et al., 2018; Nooritasari et al., 2020). Hal tersebut terjadi karena konsep perpindahan tekanan dalam fluida di berbagai titik memerlukan pemahaman yang lebih abstrak (Adam et al., 2019). Selain menganalisis nilai siswa berdasarkan subtopik, pada penelitian ini juga melakukan pengelompokan rata-rata skor kemampuan penalaran ilmiah siswa berdasarkan nilai kesluruhan yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4. Rata-rata Skor Masing-Masing Indikator berdasarkan Hasil Nilai Seluruh Siswa

No item	Indikator Penalaran Ilmiah	Rata-rata skor (%)
1	<i>Hypothetical-Deductive Reasoning</i>	42
2	<i>Control of Variable</i>	26
3	<i>Proportional Reasoning</i>	24
4	<i>Correlational Reasoning</i>	39
5	<i>Conservation Reasoning</i>	29
6	<i>Probabilistic reasoning</i>	41

Berdasarkan Tabel 4, Rata-rata skor siswa pada soal 1 dengan menggunakan indikator *Hypothetical-Deductive Reasoning* menunjukkan skor rata-rata 42% dengan kategori sedang, yang merupakan salah satu skor tertinggi di antara semua indikator. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa memiliki kemampuan dasar dalam menyusun hipotesis dan melakukan penalaran deduktif, meskipun belum optimal. Hasil ini sejalan dengan penelitian terdahulu bahwa penalaran ilmiah dapat ditingkatkan (Azmi et al., 2021). Pada soal 2 menggunakan indikator *Control of Variable* memperoleh skor yang terendah (26%), mengindikasikan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami dan mengontrol variabel dalam percobaan atau situasi yang melibatkan banyak faktor. Keterampilan ini penting dalam eksperimen ilmiah karena kemampuan mengontrol variabel sangat diperlukan untuk validitas suatu percobaan. Hasil ini tidak sejalan dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa siswa yang diajarkan dengan pendekatan inkuiri langsung dan eksperimen memiliki rata-rata penalaran deduktif dan kontrol variabel di atas 50% (Schlatter et al., 2020). Pada soal 3 menggunakan indikator *Proportional Reasoning* memperoleh skor rata-rata 24% pada penalaran proporsional yang menunjukkan bahwa siswa kesulitan memahami hubungan proporsional antar variabel. Kemampuan ini sangat penting dalam topik fluida statis karena konsep-konsep seperti tekanan, gaya, dan luas permukaan berkaitan erat dengan hubungan proporsional. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian terdahulu yang menemukan bahwa pembelajaran berbasis eksperimen secara signifikan meningkatkan keterampilan penalaran proporsional, dengan rata-rata skor siswa mencapai lebih dari 40% (Yüzyüak & Dökme, 2019). Sedangkan Hasil dari penelitian ini (24%) mengindikasikan adanya kesenjangan dalam pendekatan pembelajaran terhadap konsep proporsional, yang mungkin disebabkan oleh kurangnya penggunaan strategi pembelajaran berbasis masalah atau inkuiri yang lebih mendalam.

Pada soal ke 4 menggunakan indikator *Correlational Reasoning* memperoleh rata-rata skor siswa adalah 39%. Ini menunjukkan bahwa siswa memiliki pemahaman yang sedikit

lebih baik dalam mengidentifikasi hubungan antara dua variabel yang berkorelasi, meskipun masih di bawah level yang optimal (Wati & Sunarti, 2020). Pada soal 5 menggunakan indikator *Conservation Reasoning* mendapat skor rata-rata 29%. Keterampilan ini melibatkan pemahaman bahwa suatu sifat (misalnya, massa atau volume) tetap konstan meskipun bentuk atau tampilannya berubah, yang penting dalam hukum Archimedes dan hukum Pascal. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian terdahulu yang mengadopsi metode *Problem-Based Learning* (PBL) menunjukkan bahwa penalaran konservasi meningkat secara signifikan dengan rata-rata skor di atas 35% (Purwaningrum & Fauziah, 2021). Sedangkan hasil dari penelitian ini, dengan skor rata-rata hanya 29%, menunjukkan perlunya pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif untuk memperbaiki keterampilan ini. Pada soal 6 dengan menggunakan indikator *Probabilistic Reasoning* memperoleh skor rata-rata mencapai 41%, menunjukkan bahwa siswa memiliki kemampuan yang relatif baik dalam memahami situasi yang melibatkan kemungkinan atau ketidakpastian, misalnya dalam menghitung probabilitas benda yang mengapung atau tenggelam dalam cairan (Indahsari et al., 2020; Putri et al., 2020; Zulkipli et al., 2020). Selain data hasil nilai rata-rata persubtopik, pada penelitian ini disajikan data distribusi skor pada tiap indikator dapat ditemukan pada Tabel 5 dan pengelompokan kesulitan siswa pada kemampuan penalaran ilmiah sebagaimana pada Tabel 6.

Tabel 5. Skor Pencapaian Kemampuan Penalaran Ilmiah

Subtopik	Item	Indikator Penalaran Ilmiah	% Skor				
			0	1	2	3	4
Tekanan Hidrostatis	1	<i>Hypothetical-Deductive Reasoning</i>	13	28	41	14	5
	2	<i>Control of Variable</i>	28	50	14	7	1
Hukum Pascal	3	<i>Proportional Reasoning</i>	33	45	17	5	1
	4	<i>Correlational Reasoning</i>	9	43	4	10	3
Hukum Archimedes	5	<i>Conservation Reasoning</i>	28	32	4	2	1
	6	<i>Probabilistic reasoning</i>	18	25	41	15	3
Rata-rata			21	37	20	9	2

Tabel 6. Pengelompokan Kesulitan Siswa pada Kemampuan Penalaran Ilmiah

Subtopik	Item	Scientific Reasoning indicators	Conclusion of Student Difficulties on Each Question
Tekanan Hidrostatis	1	<i>Hypothetical-Deductive Reasoning</i>	Siswa mampu membandingkan langsung dan memberikan penjelasan petunjuk atau informasi namun kurang berfokus pada penerapan konsep tekanan yang berhubungan dengan kedalaman
	2	<i>Control of Variable</i>	Siswa kesulitan memberikan penjelasan dalam membandingkan tekanan zat cair pada setiap titik dengan ketinggian yang sama
Hukum Pascal	3	<i>Proportional Reasoning</i>	Siswa kesulitan dalam menganalisis hubungan luas penampang dengan gaya

Subtopik	Item	Scientific Reasoning indicators	Conclusion of Student Difficulties on Each Question
			yang bekerja dala mengangkat beban pada system fluida tertutup
	4	<i>Correlational Reasoning</i>	Siswa kesulitan menjelaskan cara kerja pompa hidrolik pada sitem fluida tertutup dan kurang mampu mengaitkan pada konsep hukum pascal
Hukum Archimedes	5	<i>Conservation Reasoning</i>	Siswa kurang mampu menganalisis memberikan ide atau gagasan yang tepat terhadap permasalahan potongan kayu dengan massa yang berbeda dan penjelasan tidak mengaitkan pada konsep hukum archimedes
	6	<i>Probabilistic reasoning</i>	Siswa mampu memnjelaskan dan menganalisis balon udara yang dapat terangkat keatas serta jawaban kurang mengarah pada konsep hukum Archimedes.

Berdasarkan Tabel 5, menunjukan bahwa indikator *Hypothetical-Deductive Reasoning* merupakan kategori pertama yang disajikan pada soal tekanan hidrostatis. Indikator soal pertama adalah penyajian fenomena tekanan hidrotastis, siswa diharapkan mampu menganalisis tekanan yang berhubungan dengan kedalaman. Pada soal ini siswa yang menjawab benar dengan skor 4 hanya 5% dan mayoritas siswa memperoleh skor 2 sebesar 41%. Hal ini menunjukan bahwa sebagian siswa memiliki kemampuan penalaran ilmiah tergolong sedang. Hasil tersebut berkaitan dengan tabel 6 yang menunjukan bahwa pada indikator *Hypothetical-Deductive Reasoning* sebagian siswa mampu membandingkan langsung dan memberikan penjelasan petunjuk atau informasi namun kurang berfokus pada penerapan konsep tekanan yang berhubungan dengan kedalaman, namun belum termasuk kategori mampu melakukan penalaran hipotetikal-deduktif pada topik fluida statis (Prastiwi et al., 2018), demikian pula pada topik elastisitas dan hukum Hooke (Firdausi et al., 2020).

Control of Variable Reasoning merupakan indikator yang ditempatkan pada soal kedua pada topik tekanan hidrostatis. Indikator soal ini membahas penyajian gambar pipa, dengan meminta siswa membandingkan tekanan zat cair pada setiap titik dengan ketinggian yang sama. pada soal ini hanya 1% siswa yang mencapai skor tertinggi (4). Sebanyak 28% siswa tidak menunjukkan kemampuan yang baik dalam mengendalikan variabel, dan mayoritas (50%) berada pada skor 1. Hasil ini menunjukan bahwa banyak siswa menjawab soal namun tidak berkaitan dengan konsep yang dibahas. Hal ini dapat dikatakan bahwa kemampuan *Control of Variable Reasoning* belum dimiliki oleh siswa. kesulitan siswa pada soal ini dijabarkan pada tabel 6, dimana Siswa kesulitan memberikan penjelasan dalam membandingkan tekanan zat cair pada setiap titik dengan ketinggian yang sama. hasil tersebut sejalan dengan penelitian (Erlina et al., 2018).

Indikator ketiga yang digunakan dalam soal hukum pascal adalah *Proportional Reasoning*. Indikator soal yang digunakan berupa penyajian informasi tentang luas penampang pada piston siswa dapat menentukan gaya dan jarak sejauh mana piston bergerak sebelum dan setelah diperkecil. Pada soal ini Sebanyak 45% siswa memperoleh

skor 1, sementara 33% siswa memiliki kemampuan yang sangat rendah (skor 0). Hanya 1% yang mampu mencapai skor sempurna. Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas siswa yang memperoleh skor 1, hanya memberikan jawaban namun tidak sesuai dengan konsep yang dibahas. Siswa kesulitan dalam menganalisis hubungan luas penampang dengan gaya yang bekerja dala mengangkat beban pada sistem fluida tertutup (Anjani et al., 2020; Rahayu & Ismawati, 2022).

Indikator keempat yang digunakan pada soal hukum pascal ialah *Correlational Reasoning*. Indikator soal yang digunakan berupa penyajian kasus berupa seorang anak yang ikut sang ayah ke tempat cuci mobil, siswa dapat menjelaskan cara kerja pompa hidrolik. pada soal ini hanya 4% siswa yang memperoleh skor 4. Mayoritas siswa memperoleh skor 1 sebesar 43%. Artinya bahwa siswa yang mayoritas menjawab skor 1 memberikan jawaban namun hasilnya tidak mengarah pada pokok pembahasan yaitu hukum pascal. Siswa kesulitan menjelaskan cara kerja pompa hidrolik pada sistem fluida tertutup dan kurang mampu mengaitkan pada konsep hukum pascal (Prastiwi et al., 2018; Purwana & Rusdiana, 2021).

Indikator soal kelima yang digunakan pada soal hukum Archimedes adalah *Conservation Reasoning*. Indikator soal yang digunakan berupa penyajian informasi tentang beberapa potongan kayu dengan warna yang berbeda, siswa dapat memperkirakan kemungkinan jawaban. Pada soal ini hanya 1% siswa yang mencapai skor 4. Sebanyak 28% siswa tidak berhasil mengembangkan penalaran konservasi dengan baik, dan mayoritas (32%) berada di tingkat skor 1. Hasil ini menunjukkan bahwa siswa yang memperoleh skor 1 hanya memberikan jawaban dengan tidak mengacu pada informasi atau topik yang dibahas. Siswa yang memperoleh skor 1 kurang mampu menganalisis memberikan ide atau gagasan yang tepat terhadap permasalahan potongan kayu dengan massa yang berbeda dan penjelasan tidak mengaitkan pada konsep hukum Archimedes (Köksal-Tuncer & Sodian, 2018; Zhang, 2018).

Indikator soal keenam yang digunakan pada hukum Archimedes adalah *Probabilistic Reasoning*. Indikator pada soal ini membahas penyajian kasus berupa seorang tokoh yang ingin menjelajah dunia dengan balon udara, siswa dapat menganalisis gas yang dapat membuat balon udara tersebut terangkat keatas. Pada soal ini 15% siswa mampu mencapai skor 3, sementara hanya 3% siswa yang mencapai skor 4. Sebagian besar siswa mendapatkan skor 2 (41%). Hasil ini menunjukkan bahwa siswa yang memperoleh skor 2, mampu menjawab soal dengan memberikan penjelasan deskriptif, namun kurang lengkap. Siswa mampu memberikan penjelasan secara dekriptif dengan menganalisis balon udara yang dapat terangkat keatas namun jawaban yang diberikan kurang mengarah pada konsep hukum Archimedes (Tatsar et al., 2020; Van Vo & Csapó, 2021).

Secara keseluruhan pada Tabel 5, berdasarkan distribusi rata-rata menunjukkan bahwa skor tertinggi hanya dicapai oleh sebagian kecil siswa, dengan mayoritas siswa berada pada skor 1 (37%). Sebanyak 21% siswa berada di skor 0, menunjukkan bahwa ada sejumlah besar siswa yang gagal mengembangkan keterampilan penalaran ilmiah pada topik fluida statis. Pembelajaran berbasis eksperimen langsung atau simulasi dapat menjadi strategi yang lebih efektif untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan penalaran ilmiah (Anjani et al., 2020). Hasil analisis ini menunjukkan keterampilan penalaran siswa perlu ditingkatkan.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan, menunjukkan bahwa nilai rata-rata keseluruhan dari kemampuan penalaran ilmiah berkategori rendah. Indikator *Hypothetical-Deductive Reasoning*, *Probabilistic reasoning* berada pada kategori sedang,

selain itu indikator lainnya berada pada kategori rendah. Pada subtopik menunjukkan bahwa Hukum Archimedes memperoleh tingkat pemahaman tertinggi, yang menunjukkan bahwa siswa lebih mampu menggunakan penalaran ilmiah dalam mempelajari konsep daya apung dan perbandingan berat fluida. Tekanan Hidrostatis berada di peringkat kedua, dengan hasil yang hampir setara dengan Hukum Archimedes, menunjukkan bahwa siswa relatif memahami konsep ini, terutama terkait dengan tekanan dalam fluida pada kedalaman tertentu. Hukum Pascal memiliki tingkat pemahaman yang lebih rendah dibandingkan dua subtopik lainnya, menunjukkan bahwa siswa cenderung mengalami lebih banyak kesulitan dalam memahami prinsip-prinsip perpindahan tekanan dalam fluida tertutup.

Berdasarkan hasil penelitian dengan nilai siswa yang masih kategori rendah, Perlu adanya pendekatan pengajaran yang lebih interaktif untuk subtopik yang lebih abstrak seperti Hukum Pascal agar siswa dapat lebih memahami konsep tersebut serta Penggunaan alat peraga atau simulasi mungkin lebih efektif untuk meningkatkan keterampilan penalaran ilmiah pada topik fluida statis secara keseluruhan. Integrasi pembelajaran tersebut direkomendasikan 7E *Learning Cycle* dan STEAM yang mampu meningkat dari beberapa aspek khususnya pada topik fluida statis.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, A. S., Suprapto, N., Kholid, A., & Mubarok, H. (2019). Students' responds in using Beboo to learn Static Fluid concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 1171(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1171/1/012039>
- Andaru, G. N., Sentosa, M. R. A., & Septian, D. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Learning Cycle 7E Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Mata Pelajaran Fisika Pokok Bahasan Vektor Kelas X MIPA MAN 1 Cirebon. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains (JPFS)*, 2(1), 51–55. <https://doi.org/10.52188/jpfs.v2i1.69>
- Anjani, F., Supeno, S., & Subiki, S. (2020). Kemampuan Penalaran Ilmiah Siswa Sma Dalam Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Inkuiri Terbimbing Disertai Diagram Berpikir Multidimensi. *Lantanida Journal*, 8(1), 13. <https://doi.org/10.22373/lj.v8i1.6306>
- Ayub, S., Afifah, G., Nyoman, N., & Putu, S. (2021). *Dalam Pemecahan Masalah Fluida Dinamis*. 7, 186–192.
- Azizah, F., Handayanto, S. K., Wisodo, H., & Fernando, T. J. (2024). Development and Validation of Critical Thinking Skills Instruments on Mechanical Waves for Senior High School Student Pengembangan dan Validasi Instrumen Soal Kemampuan Berpikir Kritis Materi Gelombang Mekanik untuk Siswa Sekolah Menengah. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ) Universitas Papua*, 7(1), 195–205.
- Azmi, D. T. U., Astutik, S., & Subiki, S. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran (Cc) Berbasis Scaffolding Terhadap Kemampuan Scientific Reasoning Fisika Siswa Sma. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 10(1), 1833. <https://doi.org/10.26740/jpps.v10n1.p1833-1843>
- Dyah, A. I., Koes H, S., & Wisodo, H. (2019). Bagaimana Penguasaan Konsep Siswa pada Materi Fluida Statis? *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 4(8), 1030. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v4i8.12664>
- Erlina, N., Susantini, E., & Wasis, W. (2018). Common False of Student's Scientific Reasoning in Physics Problems. *Journal of Physics: Conference Series*, 1108(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1108/1/012016>
- Firdausi, E. A., Suyudi, A., & Yuliati, L. (2020). Identifikasi Kemampuan Penalaran Ilmiah Materi Elastisitas dan Hukum Hooke pada Siswa SMA. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 5(2), 69–75.

- Hardiyanti, K., Astalini, A., & Kurniawan, D. A. (2018). Sikap Siswa Terhadap Mata Pelajaran Fisika Di Sma Negeri 5 Muaro Jambi. *EduFisika*, 3(02), 1–12. <https://doi.org/10.22437/edufisika.v3i02.4522>
- Hayunida, O., Umar, M. K., & Payu, C. S. (2018). Efektivitas Pembelajaran Fluida Statis Menggunakan Metode Tutor Sebaya. *Jambura Journal of Educational ...*, 13, No 1, 1–6.
- Husnul, E. Y. Al, Sesunan, F., & Rosidin, U. (2017). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle 7E Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sd Dalam Pembelajaran Ipa. *Metodik Didaktik*, 13(1), 50–57. <https://doi.org/10.17509/mdi.v13i1.7694>
- Ikhsan, A., Auliya, A., Sopiah, & Walid, A. (2019). Analisis Kemampuan Siswa Menyelesaikan Soal Ujian Nasional HOTS Mata Pelajaran Fisika SMA 10 Kota Bengkulu. *GRAVITASI: Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, 2(2), 34–41.
- Indahsari, S. N., Supeno, & Maryani. (2020). Student worksheet based on inquiry with vee map to improve students' scientific reasoning ability in physics learning in senior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1465(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1465/1/012036>
- Januarifin, D., Parno, & Hidayat, A. (2017). Kesalahan Siswa SMA dalam Memecahkan Masalah Fluida Statis. *Pros. Seminar Pend. IPA Pascasarjana UM*, 2, 143–152.
- Kalambo, I. E., Yunus, M., & Husain, H. (2021). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI IPA3 SMA Negeri 1 Anggeraja Melalui Metode Praktikum (Studi pada Materi Titrasi Asam dan Basa). *ChemEdu*, 2(2), 47. <https://doi.org/10.35580/chemedu.v2i2.22403>
- Khoeriah, I. A., Permana, I., & Ardianto, D. (2022). Science Reasoning: A Review and Bibliometric Analysis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(2), 423–428. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i2.1135>
- Köksal-Tuncer, Ö., & Sodian, B. (2018). The development of scientific reasoning: Hypothesis testing and argumentation from evidence in young children. *Cognitive Development*, 48(June 2017), 135–145. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2018.06.011>
- Lawson, A. E. (2004). The nature and development of scientific reasoning: A synthetic view. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(3), 307–338. <https://doi.org/10.1007/s10763-004-3224-2>
- Lisma, L., Kurniawan, Y., & Sulistri, E. (2017). Penerapan Model Learning Cycle (LC) 7E Sebagai Upaya Peningkatan Pemahaman Konsep Aspek Menafsirkan dan Menyimpulkan Materi Kalor Kelas X SMA. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 2(2), 35. <https://doi.org/10.26737/jipf.v2i2.228>
- Miadi, O., Kaniawati, I., & Ramalis, T. R. (2019). Penerapan Model Pembelajaran LC 7E Dengan Pendekatan TBCT dan CT untuk Meningkatkan Kemampuan Memahami Siswa. *Journal of Natural Science and Integration*, 2(1), 85. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v2i1.7116>
- Nooritasari, D. D., Kusairi, S., & Wisodo, H. (2020). The exploration of mechanistic reasoning ability for high school students in static fluids. *Journal of Physics: Conference Series*, 1511(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1511/1/012075>
- Permana P, N. D. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle 7E Berbantuan Website Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Kinematika Gerak Lurus. 1, 11–41.
- Prastiwi, V. D., Parno, P., & Wisodo, H. (2018). Identifikasi pemahaman konsep dan penalaran ilmiah siswa SMA pada materi fluida statis. *Momentum: Physics Education Journal*, 2(2), 56–63. <https://doi.org/10.21067/mpej.v1i1.2216>

- Purwana, U., & Rusdiana, D. (2021). Kemampuan awal penalaran ilmiah konsep fluida statis mahasiswa calon guru fisika: analisis model rasch. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 6(1), 118–124.
- Purwaningrum, N. A., & Fauziah, H. N. (2021). Pengaruh Pembelajaran Inquiri Terbimbing Berbasis Socioscientific Issue terhadap Kemampuan Scientific Reasoning Peserta Didik Di MTs Negeri 7 Madiun. *Edukasia: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(1), 45–62.
- Putri, N. D., Handayanto, S. K., Hidayat, A., & Saniso, E. (2020). Students' scientific reasoning skills in a fluid and its correlation with project activity. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/3/032083>
- Rafiah, D., Parno, & Taufiq, A. (2018). Eksplorasi Penggunaan Link Map dalam Learning Cycle 7E untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa pada Materi Fluida Statis. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 3(5), 558–565.
- Rahayu, R., & Ismawati, R. (2022). Jurnal Pendidikan MIPA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(September), 682–689.
- Rimadani, E., & Diantoro, M. (2017). Siswa Sma Pada Materi Suhu Dan Kalor. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 2(ii), 833–839.
- Schlatter, E., Molenaar, I., & Lazonder, A. W. (2020). Individual Differences in Children's Development of Scientific Reasoning Through Inquiry-Based Instruction: Who Needs Additional Guidance? *Frontiers in Psychology*, 11(May), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00904>
- Silaban, N. S. M. (2021). ... Teams Achievement Disivion Alternatif Meningkatkan Hasil Belajar Fluida Dinamik Bagi Siswa Di Kelas Xi-Ipa-4 Sma Negeri 2 Sibolga *Jurnal ESTUPRO*, 6(3).
- Syahidah, miftah karimah, Prihandono, T., & Bachtiar, rayendra wahyu. (2017). Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle 7E Terhadap Sikap Ilmiah Dan Hasil Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Gerak Harmonik Di Sma. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2017*, 2(September), 1–7.
- Tatsar, M. Z., Yuliati, L., & Wisodo, H. (2020). Eksplorasi Pemahaman Konsep Siswa pada Fluida Statis Berdasarkan Authentic Learning Berbasis Fenomena. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(1), 107. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i1.13150>
- Truesdell, C., & Rajagopal, K. R. (2000). *An Introduction to the Mechanics of Fluids*. Birkhäuser Boston. <https://doi.org/10.1007/978-0-8176-4846-6>
- Van Vo, D., & Csapó, B. (2021). Development of scientific reasoning test measuring control of variables strategy in physics for high school students: evidence of validity and latent predictors of item difficulty. *International Journal of Science Education*, 43(13), 2185–2205. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1957515>
- Wati, D. A., & Sunarti, T. (2020). Implementation of Case Based Learning (CBL) to Improve Scientific Reasoning Skill on Simple Harmonic Vibration Topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1491(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1491/1/012040>
- Widyaningsih, S. W., Kuswandi, D., Aulia, F., Yusro, A. C., & Yusuf, I. (2024). Problem-Based Learning to Metacognition in Physics Learning in Indonesia: Literature Review. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 8(1), 123-135
- Yulianawati, D., Hasanah, L., & Samsudin, A. (2019). Pengembangan PDEODODE-Ws yang Berorientasi Mengubah Konsepsi Siswa pada Sistem Hidrolik. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains (JPFS)*, 2(1), 1–5. <https://doi.org/10.52188/jpfs.v2i1.63>

- Yüzyüak, A. V., & Dökme, İ. (2019). Science reasoning levels of prospective science and primary teacher. *Hacettepe Egitim Dergisi*, 34(3), 586–601. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2018046314>
- Zhang, L. (2018). Withholding answers during hands-on scientific investigations? Comparing effects on developing students' scientific knowledge, reasoning, and application. *International Journal of Science Education*, 40(4), 459–469. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1429692>
- Zulkipli, Z. A., Mohd Yusof, M. M., Ibrahim, N., & Dalim, S. F. (2020). Identifying Scientific Reasoning Skills of Science Education Students. *Asian Journal of University Education*, 16(3), 275–280. <https://doi.org/10.24191/ajue.v16i3.10311>