JURNAL PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Vol. 4 No.1 November 2026 p-ISSN 2355-1593 e-ISSN 3025-4566
https://jurnalugn.id/index.php/FISIKA

ANALISIS KESULITAN SISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL HOTS MATERI FLUIDA DINAMIS

Sarpin Sahrul[1)], Rizki Fadilah[2)], Eni Sumanti Nasution[3)]

[1]Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan (penulis 1)
email: sarpinsahrul4@gmail.com

[2]Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan (penulis 2)
email: rizkifadilahugn@gmail.com

[3]Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan (penulis 3)
email: enisumanti.nst@gmail.com

Abstrak

Soal berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*/HOTS) pada materi fluida dinamis menuntut siswa menghubungkan konsep kekekalan massa dan energi dengan situasi nyata. Penelitian ini memetakan kesulitan siswa kelas XI SMA Negeri 1 Angkola Barat dalam mengerjakan soal HOTS fluida dinamis serta faktor yang melatarbelakanginya. Pendekatan yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan dukungan angka sederhana. Subjek berjumlah 35 siswa yang dipilih secara purposif. Data dikumpulkan melalui tes uraian lima butir (level C4–C6), angket lima dimensi berskala Likert 1–4, wawancara klinis, observasi, dan dokumentasi. Kelima instrumen divalidasi dua ahli dengan rerata 93,9% (sangat valid). Kesalahan siswa dikelompokkan dengan kerangka Newman yang dimodifikasi, sedangkan keabsahan data diperiksa melalui triangulasi teknik. Nilai rata-rata kelas adalah 50,0; tujuh siswa (20,0%) berkategori tinggi, 19 siswa (54,3%) sedang, dan sembilan siswa (25,7%) rendah. Kesalahan proses/prosedural paling sering muncul (74,3%), disusul kesalahan transformasi konsep (57,1%), perhitungan matematis (51,4%), dan membaca/memahami soal (34,3%). Faktor dominan yang paling banyak ditemukan adalah keterbatasan sarana dan media belajar (54,3%), kemudian miskonsepsi (22,9%), metode mengajar guru (11,4%), serta literasi sains dan numerasi (11,4%). Temuan ini menunjukkan perlunya latihan soal HOTS secara bertahap, pemanfaatan media visual-interaktif, dan remediasi miskonsepsi yang disesuaikan dengan kelompok kemampuan siswa.

Kata Kunci: *kesulitan belajar, HOTS, fluida dinamis, analisis kesalahan Newman, miskonsepsi*

Abstract

Higher-order thinking skills (HOTS) problems on dynamic fluids require students to link the conservation of mass and energy to real situations. This study maps the difficulties faced by eleventh-grade students of SMA Negeri 1 Angkola Barat when solving HOTS problems on dynamic fluids, together with the factors behind them. A descriptive qualitative approach was used, supported by simple numerical summaries. The subjects were 35 students selected purposively. Data were gathered through a five-item essay test (levels C4–C6), a five-dimension questionnaire on a 1–4 Likert scale, clinical interviews, observation, and documentation. Two experts validated the five instruments, giving a mean of 93.9% (very valid). Student errors were classified with a modified Newman framework, and data trustworthiness was checked through technique triangulation. The class mean score was 50.0; seven students (20.0%) fell into the high category, 19 (54.3%) into the medium category, and nine (25.7%) into the low category. Procedural errors occurred most often (74.3%), followed by concept transformation errors (57.1%), calculation errors (51.4%), and reading/comprehension errors (34.3%). The most frequent dominant factor was limited learning facilities and media (54.3%), followed by misconceptions (22.9%), teaching method (11.4%), and scientific and numeracy literacy (11.4%). These findings point to the need for gradual HOTS practice, visual-interactive media, and misconception remediation tailored to each ability group.

Keywords: *learning difficulties, HOTS, dynamic fluids, Newman error analysis, misconceptions*

PENDAHULUAN

Kurikulum Merdeka mendorong pembelajaran yang tidak berhenti pada hafalan fakta, melainkan melatih siswa untuk menganalisis, menilai, dan menghasilkan gagasan baru. Kemampuan tersebut dikenal sebagai *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Soal berformat HOTS dipandang sebagai salah satu cara paling praktis untuk melatih nalar peserta didik (Widana, 2017), namun penerapannya di kelas sangat bergantung pada pemahaman guru terhadap konsep HOTS dan strategi pembelajarannya (Retnawati dkk., 2018). Gambaran nasional pun belum menggembirakan karena capaian sains Indonesia pada PISA 2022 masih berada di bawah rerata negara anggota OECD (OECD, 2023).

Kesulitan siswa SMA ketika berhadapan dengan soal HOTS telah dilaporkan sebelumnya (Hadi dkk., 2018). Dalam fisika, fluida dinamis tergolong materi yang menantang karena siswa harus memegang beberapa besaran sekaligus, yakni kecepatan, tekanan, luas penampang, dan ketinggian, lalu menyusunnya ke dalam persamaan yang tepat. Studi diagnostik di sejumlah sekolah menemukan miskonsepsi pada asas kontinuitas dan hukum Bernoulli (Sholihat dkk., 2017; Hazmi & Jauhariyah, 2025). Topik yang sama juga dipakai untuk menelaah kemampuan berpikir kreatif siswa SMA (Irvaniyah dkk., 2025).

Observasi awal di SMA Negeri 1 Angkola Barat memperlihatkan pola serupa. Sebagian siswa menghafal rumus debit atau persamaan Bernoulli, tetapi bingung ketika konteks soal diubah. Alat peraga fluida yang tersedia juga terbatas, sehingga teori di buku sulit dikaitkan dengan peristiwa nyata. Analisis kesalahan dapat menunjukkan pada tahap mana penyelesaian siswa mulai menyimpang, apakah saat membaca soal, memilih konsep, menjalankan prosedur, atau menghitung (Destiara dkk., 2022). Sependek penelusuran penulis, kajian yang memadukan analisis kesalahan dengan penelusuran faktor internal dan eksternal pada soal HOTS fluida dinamis di sekolah daerah masih terbatas.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan (1) mengidentifikasi jenis kesulitan kognitif dan kesalahan prosedural siswa kelas XI SMA Negeri 1 Angkola Barat dalam menyelesaikan soal HOTS fluida dinamis pada level C4–C6, dan (2) mengungkap faktor internal maupun eksternal yang melatarbelakangi kesulitan tersebut. Hasilnya dimaksudkan sebagai gambaran mendalam pada subjek yang diteliti, bukan untuk digeneralisasi ke populasi yang lebih luas.

KAJIAN LITERATUR

HOTS dan taksonomi Bloom revisi

Taksonomi Bloom revisi membagi proses kognitif ke dalam enam jenjang. Mengingat (C1), memahami (C2), dan menerapkan (C3) tergolong berpikir tingkat rendah, sedangkan menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6) berada pada wilayah HOTS (Widana, 2017; Fanani, 2018). Soal HOTS biasanya dibuka dengan stimulus berupa gambar, grafik, atau fenomena nyata. Tingkat kesukarannya tidak ditentukan oleh rumitnya hitungan, tetapi oleh tuntutan bernalar pada situasi yang belum pernah dijumpai siswa (Dinni, 2018; Fanani, 2018).

Fluida dinamis dan hukum-hukumnya

Fluida dinamis di SMA dipelajari dengan model fluida ideal, yaitu tak termampatkan, tak kental, dan mengalir tunak. Asas kontinuitas yang bersumber dari kekekalan massa mengaitkan luas penampang pipa dengan kelajuan alir:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (1)$$

Hukum Bernoulli yang bersumber dari kekekalan energi menyatakan bahwa jumlah tekanan, energi kinetik per satuan volume, dan energi potensial per satuan volume bernilai tetap di sepanjang garis arus:

$$P + \tfrac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = \text{konstan} \quad (2)$$

Teorema Torricelli untuk tangki bocor merupakan kasus khusus Persamaan (2), dengan kelajuan pancaran

$$v = \sqrt{(2gh)} \quad (3)$$

bergantung pada kedalaman lubang dari permukaan zat cair, h. Penerapannya meluas ke venturimeter, tabung pitot, dan gaya angkat sayap pesawat. Pada setiap penerapan, siswa perlu menentukan titik acuan, mengenali besaran yang berubah, lalu menyederhanakan persamaan. Langkah-langkah inilah yang disasar oleh soal level C4 sampai C6.

Analisis kesalahan dan faktor kesulitan belajar

Prosedur Newman menelusuri jawaban tertulis siswa melalui tahap membaca, memahami, transformasi, keterampilan proses, dan penulisan jawaban. Prosedur ini telah dipakai dalam fisika, misalnya pada soal ulangan kelas XI (Destiara dkk., 2022) dan soal konversi satuan (Panjaitan & Irawati, 2018). Tahap transformasi berkaitan dengan kemampuan menerjemahkan soal cerita menjadi model matematis, yang diketahui sulit bagi banyak siswa (Jupri & Drijvers, 2016).

Dari sisi internal, konsepsi awal siswa tidak otomatis tergantikan oleh konsep ilmiah. Keduanya dapat hidup berdampingan, sehingga pembelajaran perlu menyadarkan siswa akan gagasan intuitifnya (Vosniadou, 2019). Dari sisi eksternal, media dan cara guru mengajar memengaruhi peluang siswa membangun pemahaman, antara lain melalui simulasi PhET untuk meremediasi miskonsepsi fluida dinamis (Rahmita & Wasis, 2022). Karena penelitian deskriptif kualitatif tidak menguji hipotesis, arah kajian dirumuskan dalam dua pertanyaan: jenis kesulitan apa yang dominan pada level C4–C6, dan faktor apa yang melatarbelakanginya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini memakai pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif (Creswell & Poth, 2018). Angka berupa skor dan persentase digunakan untuk membantu menggambarkan pola, bukan untuk menguji hubungan antarvariabel. Data diambil di SMA Negeri 1 Angkola Barat pada semester genap tahun ajaran 2025/2026.

Subjek penelitian adalah 35 siswa kelas XI yang telah mempelajari fluida dinamis dan dipilih secara purposif. Berdasarkan skor tes, siswa dikelompokkan menjadi kategori tinggi (≥ 70), sedang (40–69), dan rendah (< 40). Dari setiap kelompok dipilih beberapa siswa yang komunikatif dan bersedia diwawancarai. Identitas siswa disamarkan dengan kode S01–S35.

Instrumen terdiri atas lima perangkat. Pertama, tes diagnostik HOTS berupa lima soal uraian dengan total skor 100, yaitu asas kontinuitas (C4, 25), teorema Torricelli (C5, 25), venturimeter (C4, 20), gaya angkat sayap pesawat (C5, 15), dan sistem perpipaan rumah tangga (C6, 15). Kedua, angket 25 butir berskala Likert 1–4 yang mencakup lima dimensi faktor: minat dan motivasi, literasi sains dan numerasi, miskonsepsi, metode mengajar guru, serta sarana dan media belajar. Ketiga, pedoman wawancara klinis. Keempat, pedoman observasi kelas. Kelima, rubrik penilaian beserta lembar analisis kesalahan. Dua validator, yaitu dosen pendidikan fisika dan guru fisika SMA, menilai kelima perangkat pada skala 1–4; persentase 86–100% dikategorikan sangat valid.

Skor tes dianalisis secara deskriptif. Kesalahan dikelompokkan memakai kerangka Newman yang disesuaikan menjadi empat kategori, yakni membaca/memahami soal, transformasi konsep, proses/prosedural, dan perhitungan matematis. Kategori ditetapkan dari lembar jawaban lalu dikonfirmasi melalui wawancara. Faktor dominan setiap siswa ditentukan dari dimensi angket yang skornya paling besar. Alur analisis mengikuti kondensasi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan (Miles dkk., 2020), sedangkan keabsahan temuan diperiksa melalui triangulasi teknik yang membandingkan tes, angket, wawancara, observasi, dan dokumentasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelayakan instrumen

Rerata persentase validasi kelima instrumen adalah 93,9% (sangat valid), dengan rincian tes diagnostik 92,7%, angket 92,5%, pedoman wawancara 94,4%, pedoman observasi 95,3%, dan rubrik beserta lembar analisis kesalahan 94,3%. Saran validator ditindaklanjuti sebelum pengambilan data, yaitu menambah ruang jawab pada tes, menyeimbangkan pernyataan positif dan negatif pada angket, menyiapkan pertanyaan penggali (*probing*) untuk wawancara, menambah kolom frekuensi pada lembar observasi, serta melengkapi contoh pada tiap kategori kesalahan.

Capaian kemampuan HOTS

Nilai rata-rata kelas adalah 50,0 (simpangan baku 17,5) dengan rentang 20 sampai 82. Sebaran kategori disajikan pada Tabel 1. Hanya tujuh siswa (20,0%) yang

mencapai kategori tinggi, sehingga 80,0% siswa belum menguasai soal HOTS fluida dinamis secara memadai.

Tabel 1. Sebaran kategori kemampuan HOTS (N = 35)

Kategori	Rentang skor	n	%	Rerata skor
Tinggi	≥ 70	7	20,0	75,7
Sedang	40–69	19	54,3	51,5
Rendah	< 40	9	25,7	26,8
Seluruh siswa	**20–82**	**35**	**100**	**50,0**

Sumber: data penelitian (diolah).

Capaian setiap butir soal tampak nyaris seragam, yakni 48,8% sampai 51,7% dari skor maksimum (Tabel 2). Butir dengan capaian terendah adalah teorema Torricelli (C5), disusul sistem perpipaan (C6). Bila digabung per level, capaian C4 sebesar 50,8%, C5 sebesar 49,5%, dan C6 sebesar 49,0%. Perbedaan antarlevel sangat tipis, sedangkan perbedaan antarkelompok sangat tajam: kelompok tinggi memperoleh 73–78% skor pada setiap butir, sementara kelompok rendah hanya 25–28%.

Tabel 2. Capaian rata-rata per butir soal

Butir dan materi	Level	Skor maks	Rerata	%
1. Asas kontinuitas	C4	25	12,5	50,1
2. Teorema Torricelli	C5	25	12,2	48,8
3. Venturimeter	C4	20	10,3	51,7
4. Gaya angkat sayap	C5	15	7,6	50,7
5. Sistem perpipaan	C6	15	7,3	49,0

Sumber: data penelitian (diolah).

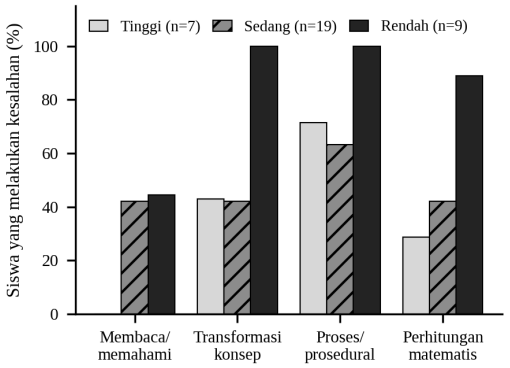
Jenis kesalahan siswa

Kesalahan proses/prosedural dialami 26 dari 35 siswa (74,3%), disusul kesalahan transformasi konsep (57,1%), perhitungan matematis (51,4%), dan membaca/memahami soal (34,3%) (Tabel 3). Pola ini berbeda antarkelompok (Gambar 1). Pada kelompok tinggi tidak ditemukan kesalahan membaca, dan kesalahan yang muncul didominasi langkah prosedural. Kelompok sedang tersebar pada keempat kategori. Pada kelompok rendah, seluruh siswa melakukan kesalahan transformasi dan prosedural, delapan dari sembilan siswa keliru menghitung, dan rata-rata setiap siswa menunjukkan 3,3 kategori kesalahan, dibandingkan 1,4 pada kelompok tinggi dan 1,9 pada kelompok sedang.

Tabel 3. Frekuensi siswa menurut jenis kesalahan

Jenis kesalahan	T (7)	S (19)	R (9)	Total	%
Membaca/memahami soal	0	8	4	12	34,3
Transformasi konsep	3	8	9	20	57,1
Proses/prosedural	5	12	9	26	74,3
Perhitungan matematis	2	8	8	18	51,4

T = tinggi, S = sedang, R = rendah; satu siswa dapat melakukan lebih dari satu jenis kesalahan.



Gambar 1. Persentase siswa yang melakukan kesalahan menurut kelompok kemampuan

Analisis lembar jawaban menunjukkan bentuk-bentuk kesalahan yang berulang. Pada kategori transformasi, siswa memakai persamaan Bernoulli untuk situasi yang cukup diselesaikan dengan asas kontinuitas, tidak membedakan tekanan statis dan dinamis pada venturimeter, dan berpendapat bahwa kelajuan lebih besar terjadi pada penampang yang lebih besar. Pada kategori prosedural, siswa tidak menuliskan konversi satuan, melompati langkah antara, tidak memeriksa konsistensi satuan hasil, dan gagal merangkai beberapa persamaan menjadi satu alur penyelesaian. Kesalahan perhitungan mencakup manipulasi aljabar, akar kuadrat, serta notasi ilmiah. Adapun kesalahan membaca terlihat dari tidak lengkapnya penulisan besaran diketahui dan ditanyakan, ketidakmampuan mengenali konteks fisis, dan kegagalan menafsirkan gambar.

Faktor yang melatarbelakangi kesulitan

Berdasarkan angket, faktor dominan yang paling banyak ditemukan adalah sarana dan media belajar (19 siswa; 54,3%), diikuti miskonsepsi (8 siswa; 22,9%), metode mengajar guru (4 siswa; 11,4%), serta literasi sains dan numerasi (4 siswa; 11,4%). Tidak ada siswa yang faktor dominannya minat dan motivasi (Tabel 4). Dengan demikian, 23 siswa (65,7%) lebih terhambat oleh faktor eksternal dan 12 siswa (34,3%) oleh faktor internal. Faktor sarana dan media muncul pada kelompok tinggi (7 siswa) maupun sedang (12 siswa), sedangkan miskonsepsi hanya menjadi faktor dominan pada kelompok rendah (8 dari 9 siswa).

Tabel 4. Faktor dominan penyebab kesulitan (N = 35)

Faktor dominan	Dimensi	n	%
Sarana dan media belajar	Eksternal	19	54,3
Miskonsepsi fluida dinamis	Internal	8	22,9
Metode mengajar guru	Eksternal	4	11,4
Literasi sains dan numerasi	Internal	4	11,4
Minat dan motivasi	Internal	0	0,0

Sumber: data penelitian (diolah).

Butir angket pada dimensi sarana menunjukkan bahwa demonstrasi atau eksperimen fluida jarang dilakukan, buku teks kurang memuat contoh kontekstual, dan guru jarang memakai simulasi atau video animasi. Miskonsepsi yang teridentifikasi antara lain anggapan bahwa tekanan membesar di bagian pipa yang menyempit, debit berubah ketika melewati penyempitan, dan kelajuan alir tidak dipengaruhi luas penampang. Pada dimensi metode mengajar, siswa menyebut dominasi ceramah dan tanya jawab, contoh soal yang berkisar pada C1–C3, serta umpan balik guru yang kurang spesifik.

Pembahasan

Capaian rata-rata yang hanya separuh skor maksimum sejalan dengan laporan bahwa siswa SMA kesulitan pada soal HOTS (Hadi dkk., 2018). Hal yang menarik, jenjang kognitif ternyata tidak membedakan capaian secara jelas karena C4, C5, dan C6 hampir sama. Hambatan siswa tampaknya lebih bersumber dari kesiapan konseptual dan prosedural secara umum daripada dari jenjang kognitif tertentu. Kemungkinan lain, rubrik berskor parsial membuat siswa memperoleh sebagian nilai pada setiap butir. Pembacaan ini masih berupa dugaan dan perlu diuji pada penelitian berikutnya.

Dominannya kesalahan prosedural dan transformasi sejalan dengan temuan Destiara dkk. (2022) pada soal fisika kelas XI, yang juga mencatat tingginya kesalahan keterampilan proses dan transformasi. Perlu dicatat bahwa kategori kesalahan dalam kedua penelitian tidak persis sama, sehingga angka tidak dibandingkan secara langsung. Kesalahan transformasi mengindikasikan bahwa menerjemahkan teks soal menjadi model fisika masih menjadi titik lemah, mirip dengan kesulitan matematisasi soal cerita yang dilaporkan Jupri dan Drijvers (2016). Kesalahan prosedural yang tinggi, bahkan pada siswa yang telah memilih konsep dengan benar, menandakan bahwa soal multilangkah belum menjadi kebiasaan. Hal ini sesuai dengan penegasan bahwa soal HOTS menguji penalaran pada situasi baru, bukan sekadar hitungan (Dinni, 2018; Fanani, 2018).

Pada sisi faktor, dominannya keterbatasan sarana dan media, termasuk pada siswa berkategori tinggi, menunjukkan bahwa persoalan ini dirasakan lintas kelompok dan sejalan dengan hasil observasi awal peneliti mengenai minimnya alat peraga. Keragaman soal bernalar dalam bahan ajar juga ikut membentuk keberanian siswa mencoba soal nonrutin (Pratama & Retnawati, 2018). Di sisi lain, kedelapan siswa yang faktor dominannya miskonsepsi semuanya melakukan kesalahan transformasi, sedangkan pada 27 siswa lainnya angkanya 12 siswa (44,4%). Beririsannya kedua hal ini masuk akal, sebab konsepsi keliru akan menghasilkan pilihan persamaan yang keliru. Besaran miskonsepsi pada asas kontinuitas dan hukum Bernoulli juga dilaporkan pada penelitian lain, dengan rata-rata 40,7% pada lima butir hubungan besaran fluida dinamis (Hazmi & Jauhariyah, 2025). Karena konsepsi awal cenderung bertahan berdampingan dengan konsep ilmiah (Vosniadou, 2019), remediasi perlu memancing siswa mengungkap dan menguji gagasannya, misalnya lewat simulasi PhET (Rahmita & Wasis, 2022).

Beberapa implikasi dapat dipertimbangkan. Guru dapat memperkenalkan soal HOTS secara bertahap

dan memberi umpan balik berdasarkan tahap kesalahan, bukan hanya benar atau salah. Strategi sebaiknya dibedakan antarkelompok: kelompok tinggi memerlukan ketelitian prosedural, sedangkan kelompok rendah memerlukan pemulihan konsep dasar dan keterampilan membaca soal. Sekolah perlu memperkuat media visual dan pelatihan penyusunan soal HOTS bagi guru (Retnawati dkk., 2018). Temuan ini memiliki keterbatasan: data berasal dari satu sekolah dengan 35 siswa, faktor dominan ditetapkan satu per siswa, dan angket bersifat persepsi sehingga tidak menunjukkan hubungan sebab akibat. Penelitian lanjutan dapat berupa tindakan kelas yang menguji intervensi remedial berbasis tahapan Newman.

KESIMPULAN

Kemampuan siswa kelas XI SMA Negeri 1 Angkola Barat dalam menyelesaikan soal HOTS fluida dinamis tergolong rendah hingga sedang, dengan rata-rata 50,0; hanya 20,0% siswa berada pada kategori tinggi. Kesulitan paling sering berupa kesalahan proses/prosedural (74,3%) dan transformasi konsep (57,1%), diikuti kesalahan perhitungan (51,4%) dan membaca/memahami soal (34,3%). Kesalahan siswa kelompok rendah tersebar hampir pada seluruh tahap.

Faktor yang melatarbelakangi kesulitan bersifat multidimensi. Keterbatasan sarana dan media belajar menjadi faktor dominan pada 54,3% siswa, diikuti miskonsepsi (22,9%), metode mengajar guru (11,4%), serta literasi sains dan numerasi (11,4%). Pembelajaran fluida dinamis perlu melibatkan media visual-interaktif, latihan soal HOTS bertahap, dan remediasi miskonsepsi yang dibedakan menurut kelompok kemampuan.

REFERENSI

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

Destiara, A. D., Rahardjo, D. T., & Budiawanti, S. (2022). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal fisika ulangan tengah semester kelas XI MIPA. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika, 12*(2), 63–67. https://doi.org/10.20961/jmpf.v12i2.49862

Dinni, H. N. (2018). HOTS (Higher Order Thinking Skills) dan kaitannya dengan kemampuan literasi matematika. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika, 1*, 170–176.

Fanani, M. Z. (2018). Strategi pengembangan soal Higher Order Thinking Skill (HOTS) dalam kurikulum 2013. *Edudeena: Journal of Islamic Religious Education, 2*(1), 57–76.

Hadi, S., Retnawati, H., Munadi, S., Apino, E., & Wulandari, N. F. (2018). The difficulties of senior high school students in solving higher-order thinking skills problems. *Problems of Education in the 21st Century, 76*(4), 520–532. https://doi.org/10.33225/pec/18.76.520

Hazmi, H. R., & Jauhariyah, M. N. R. (2025). Identification of student misconceptions on dynamic fluid material using a five-tier diagnostic test. *Jurnal Pijar MIPA, 20*(6). https://doi.org/10.29303/jpm.v20i6.9717

Irvaniyah, B. N., Pandango, O., Saidan, M. J., & Parno. (2025). Analysis of high school students' creative thinking ability in dynamic fluid topics. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi, 11*(1).

Jupri, A., & Drijvers, P. (2016). Student difficulties in mathematizing word problems in algebra. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 12*(9), 2481–2502. https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1299a

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2020). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (4th ed.). SAGE Publications.

OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Panjaitan, R. L., & Irawati, R. (2018). Analisis kesalahan penyelesaian soal konversi satuan pada mahasiswa pendidikan guru sekolah dasar dengan Newman's error analysis. *Joint Prosiding IPS dan Seminar Nasional Fisika, 7*, SNF2018-PE.

https://doi.org/10.21009/03.SNF2018.01.PE.04

Pratama, G. S., & Retnawati, H. (2018). Urgency of higher order thinking skills (HOTS) content analysis in mathematics textbook. *Journal of Physics: Conference Series, 1097*(1), 012147.

Rahmita, F. I., & Wasis. (2022). Remediasi miskonsepsi dengan LKPD model guided inquiry learning berbantuan PhET simulation pada materi fluida dinamis. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika, 6*(2), 302. https://doi.org/10.20527/jipf.v6i2.5276

Retnawati, H., Djidu, H., Kartianom, Apino, E., & Anazifa, R. D. (2018). Teachers' knowledge about higher-order thinking skills and its learning strategy. *Problems of Education in the 21st Century, 76*(2), 215–230. https://doi.org/10.33225/pec/18.76.215

Sholihat, F. N., Samsudin, A., & Nugraha, M. G. (2017). Identifikasi miskonsepsi dan penyebab miskonsepsi siswa menggunakan four-tier diagnostic test pada sub-materi fluida dinamik: Azas kontinuitas. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika, 3*(2), 175–180. https://doi.org/10.21009/1.03208

Vosniadou, S. (2019). The development of students' understanding of science. *Frontiers in Education, 4*, Article 32. https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00032

Widana, I. W. (2017). *Modul penyusunan soal Higher Order Thinking Skill (HOTS)*. Direktorat Pembinaan SMA, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.