

**ANALISIS KESALAHAN MAHASISWA DALAM
MENYELESAIKAN PERMASALAHAN TIPE *HIGHER
ORDER THINKING SKILL* (HOTS) PADA MATA KULIAH
FISIKA MODERN**

***ANALYSIS OF STUDENT ERRORS IN SOLVING HIGHER
ORDER THINKING SKILLS (HOTS) TYPE PROBLEMS IN
MODERN PHYSICS COURSES***

Aprilita Ekasari*, Algiranto, Helga C. Antonia Silubun

¹Pendidikan Fisika, Universitas Musamus Merauke
Jalan Kamizaun Mopah Lama, Merauke, 99611, Indonesia
*e-mail: aprilita@unmus.ac.id

Disubmit: 19 Oktober 2023, Direvisi: 08 November 2023, Diterima: 21 Desember 2023

Abstrak. Latar belakang dari penelitian, ditemukannya banyak jawaban dari mahasiswa yang memiliki kesalahan, yang akhirnya dijadikan petunjuk untuk mengetahui seberapa jauh penguasaan materi mahasiswa. Materi dualisme gelombang partikel digunakan dalam penelitian ini dikarenakan memiliki sifat-sifat yang harus dipahami mahasiswa, sehingga kesalahan-kesalahan mahasiswa dengan mudah ditemukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji bagaimana mahasiswa menggunakan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) untuk memecahkan masalah pada matakuliah fisika modern. Sepuluh mahasiswa semester 5 berpartisipasi dalam penelitian yang bersifat deskriptif. Instrumen pengambilan data terdiri dari tes yang berupa 10 soal uraian dan wawancara digunakan untuk mengumpulkan data. Berdasarkan temuan penelitian, mahasiswa melakukan kesalahan menyelesaikan permasalahan pada materi fisika modern dengan permasalahan tipe *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Kesalahan dalam membaca, transformasi, keterampilan proses, dan menulis jawaban akhir pada analisis aspek yang termasuk dalam kesalahan konseptual dan kesalahan teknik. Selain itu mengenai aspek evaluasi yaitu kemampuan mengolah kesalahan dan menyusun tanggapan akhir. Pada aspek mencipta, khususnya kesalahan dalam pemahaman dan penulisan jawaban akhir. Penelitian ini dapat digunakan untuk acuan pembelajaran berikutnya, dengan menggunakan metode pembelajaran yang sesuai sehingga dapat meminimalisir kesalahan pada jawaban mahasiswa.

Kata Kunci: *Kesalahan siswa, Masalah tipe HOTS, Fisika modern*

Abstract. The background of the research, found many answers from students who had errors, which were finally used as clues to find out how far the mastery of student material was. The particle wave dualism material was used in this study because it has properties that students must understand, so that student errors are easily found. The purpose of this study is to examine how students use *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) to solve problems in modern physics courses. Ten 5th semester students participated in descriptive research. The data collection instrument consists of a test in the form of 10 description questions and interviews are used to collect data. Based on research findings, students made mistakes in solving problems in modern physics materials with *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) type problems. Errors in reading, transformation, process skills, and writing the final answer on the analysis of aspects included in conceptual errors and engineering errors. In addition, regarding the evaluation aspect, namely the ability to process errors and compile final responses. In the aspect of creating, especially errors in understanding and writing the final answer. This research can be used for the next learning reference, using appropriate learning methods so as to minimize the validity of student answers

Keywords: *Student Errors, HOTS type problems, Modern physics.*

PENDAHULUAN

Pengembangan bakat manusia kepada tingkat yang lebih tinggi, untuk menciptakan individu yang berkontribusi penuh dalam ilmu pengetahuan dan teknologi sehingga dapat menghasilkan terciptanya martabat manusia yang lebih tinggi dapat diwujudkan dengan pendidikan (Afifah, 2017). Kemajuan pendidikan dapat diwujudkan salah satunya dengan peran guru yang didukung dengan kompetensi unggul didalamnya (Cot et al., 2021). Kemampuan yang wajib dimiliki di abad 21 yaitu lima kemampuan yang diantaranya kemampuan berpikir kritis, kemampuan pemecahan masalah (Molnár & Greiff, 2023), kemampuan komunikasi dan kolaborasi, kemampuan berpikir kreatif dan inovatif, serta keterampilan literasi teknologi dan informasi (Daniel, 2020). Mahasiswa jurusan pendidikan fisika Universitas Musamus Merauke merupakan calon guru fisika yang nantinya diharapkan mampu aktif dan ikut memajukan pendidikan.

Kemampuan penting yang harus dimiliki mahasiswa salah satunya kemampuan pemecahan masalah (Diana & Sofi Makiyah, 2021; Ekasari et al., 2018, 2023). Mahasiswa dapat terus bersaing di masa depan dengan kemampuan pemecahan masalah yang dimilikinya. Hal ini ditegaskan kembali dalam *Partnership for 21st Century Skills* yang menyatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah merupakan salah satu keterampilan yang dibutuhkan untuk sukses dalam hidup dan pekerjaan (Li et al., 2023; Tortorella et al., 2023), selain itu sejumlah penelitian yang saat ini meneliti keterampilan pemecahan masalah menunjukkan pentingnya keterampilan ini (Afandi et al., 2019; Jesi Pebralia, 2020). Selain mengajarkan keterampilan prosedural, pembelajaran memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah agar dapat memecahkan masalah yang disajikan (Ince, 2018), serta mahasiswa akan melakukan penyelidikan dan membuat penemuan melalui pembelajaran di kelas yang mengajarkan mereka bagaimana memecahkan masalah (Riantoni et al., 2017). Hal ini sejalan dengan salah satu tujuan pembelajaran yang menyatakan bahwa mahasiswa harus memiliki kemampuan tingkat tinggi dan mampu memecahkan masalah sehari-hari (Yusuf & Widyaningsih, 2019). Oleh karena itu kemampuan siswa dalam memecahkan masalah perlu untuk ditingkatkan (Ince, 2018).

Mahasiswa mengambil berbagai pendekatan ketika memecahkan masalah fisika. Namun, ketika membandingkan pendekatan yang diambil oleh para ahli dan pemula (Sujarwanto & Susanti, 2022), ada beberapa karakteristik yang membedakan. Ahli biasanya memulai dengan mendeskripsikan masalah secara kualitatif (Hull et al., 2013; Walsh et al., 2007), sedangkan pemula biasanya menyelesaikan masalah startup secara langsung dengan memanipulasi rumus (Hull et al., 2013). Ahli menggunakan konsep untuk memecahkan masalah (Rosengrant et al., 2009), sedangkan pemula tidak menggunakan konsep saat memecahkan masalah proses (Hull et al., 2013). Pakar mengatur pengetahuan secara terstruktur; pemula, di sisi lain, tidak memerlukan pengetahuan terstruktur karena mereka memahami secara acak dan persamaan yang mereka gunakan tidak didasarkan pada pengetahuan konseptual (Walsh et al., 2007). Diperlukan adanya penelitian lebih

lanjut untuk memetakan kemampuan mahasiswa pada saat menyelesaikan masalah.

Mahasiswa harus menguasai tahapan proses berpikir agar dapat mempraktekkan teori. Hasil revisi taksonomi Bloom mengklasifikasikan keterampilan berpikir pada ranah kognitif menjadi enam tingkatan, yaitu: mengingat, memahami, mempraktikkan, menganalisis mengevaluasi, dan mencipta (Yusuf & Widyaningsih, 2018). Keterampilan Berpikir Tingkat Rendah (LOTS) membentuk tiga tingkat pertama yaitu mengingat, memahami, mempraktikkan, sedangkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS) membentuk tiga tingkat berikutnya menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta (Martin, 2020). Dampak pengembangan HOTS terhadap pendidikan fisika berlipat ganda bagi mahasiswa (Panggabean et al., 2022). Dalam jangka pendek, mahasiswa yang mengalami pengondisian tidak langsung membuat keputusan yang lebih baik karena secara implisit meningkatkan kapasitas mereka untuk mengingat, memahami, dan menerapkan konsep. Dalam jangka panjang, hal tersebut berdampak positif berupa kebiasaan belajar yang komprehensif dan pemecahan masalah berbasis karakter yang dapat diandalkan, yang nantinya berguna bagi kehidupan mahasiswa yang semakin dinamis, kompleks, dan kompetitif (Rasagama, I.G et al., 2020). Akan tetapi hasil observasi dilapangan masih ditemukannya mahasiswa yang melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal.

Kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa merupakan suatu bentuk penyimpangan terhadap sesuatu yang telah diberikan kesepakatan sebelumnya (Wijaya & Masriyah, 2013). Jenis kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa berupa, kesalahan konseptual, kesalahan prosedural, dan kesalahan teknik (Ulfa & Kartini, 2021). Kesalahan dalam menafsirkan suatu istilah, konsep dan prinsip merupakan kesalahan konseptual. Kesalahan dalam menyusun langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu persoalan merupakan kesalahan prosedural. Kesalahan teknik merupakan kesalahan yang terjadi karena salah hitung (Ilmiah et al., 2018)

Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan yaitu masih perlu adanya peningkatan kemampuan pemecahan masalah mahasiswa. Perolehan data dapat digunakan untuk acuan dalam mendesain pembelajaran selanjutnya, serta dapat menghindari munculnya permasalahan yang sama pada waktu selanjutnya. Analisis Kastolan yang terdiri dari kesalahan konseptual, kesalahan prosedural dan kesalahan tektik digunakan untuk analisis kesalahan dalam penelitian.

METODE PENELITIAN

Penelitian kualitatif deskriptif digunakan pada penelitian di semester genap tahun ajaran 2022/2023 mahasiswa yang mengikuti matakuliah fisika modern dijadikan sebagai subjek penelitian. Mahasiswa yang menyelesaikan permasalahan tipe *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) yang paling kompleks dan membuat kesalahan paling banyak digunakan sebagai subjek penelitian. Selain itu, peneliti mempertimbangkan kerja sama siswa ketika memilih subjek penelitian. Metode pengumpulan data menggunakan tes subjektif yang terdiri dari 10 soal uraian dengan indikator menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Tes subjektif ini telah

divalidasi dan didapatkan hasil yang valid dan reliable. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap hasil pengumpulan data dengan bantuan wawancara. Terdapat dua pertanyaan dalam soal tes yaitu yang pertama menanyakan tentang menganalisis dan mengevaluasi, dan yang kedua menanyakan tentang menganalisis dan mencipta. Data penelitian ini dianalisis dengan menggunakan model: (1) reduksi data; (2) menyajikan data; (3) meresume data.

Tabel 1. Indikator Kesalahan Kastolan

No	Jenis kesalahan	Indikator kesalahan
1	Kesalahan Konseptual	Tidak dapat menafsirkan soal/istilah, konsep, prinsip Tidak dapat memilih rumus dengan benar Tidak dapat menerapkan rumus dengan benar
2	Kesalahan Prosedural	Ketidaksesuaian langkah dalam menyelesaikan soal Tidak dapat menyelesaikan soal dalam bentuk yang paling sederhana
3	Kesalahan Teknik	Melakukan kesalahan dalam operasi hitung Melakukan kesalahan dalam memindahkan angka atau operasi hitung dari suatu langkah ke langkah berikutnya

(Ulfa & Kartini, 2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Permasalahan Nomor 1

Berikut jawaban AC dan AF dalam menyelesaikan permasalahan nomor 1. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa AC melakukan kesalahan ketika mengerjakan permasalahan nomor 1.

$$\begin{aligned} \lambda &= 6 \times 10^{-7} \text{ cm} \\ - V &= 0,5 \text{ V} \\ E_k &= \\ E_k &= hf - W \\ E_k &= hf / \lambda - eV \\ E_k &= \frac{(6,6 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{1,6 \times 10^{-19}} - (0,5) \\ &= 1,57 \text{ eV} \end{aligned}$$

Gambar 1. Hasil Pekerjaan AC Pada Permasalahan Nomor 1 (Aspek Menganalisis Dan Aspek Mengevaluasi)

Sesuai gambar 1 menunjukkan bahwa AC kurang tepat dalam menyelesaikan permasalahan. Pada penyelesaian permasalahan tersebut AC tidak mendeskripsikan secara jelas permasalahan yang dihadirkan mulai dari *usefull description*, *Physics Approach*, *Specific Application of Physich*. Kesalahan yang dilakukan AC dapat dikategorikan

sebagai kesalahan konseptual dikarenakan tidak dapat menafsirkan istilah, konsep yang terdapat dalam permasalahan yang diberikan (Afifah, 2017; Ilmiyah et al., 2018; Ulfa & Kartini, 2021; Wijaya & Masriyah, 2013). Selain itu penyelesaian masalah yang diberikan melalui jawaban berlawanan dengan perintah permasalahan nomor 1. Permasalahan nomor 1 meminta AC mencari besar energi ambang logam akan tetapi AC menyelesaikan permasalahan dengan mencari besar energi kinetik. AC juga tidak memberikan *logical progression* pada saat menyelesaikan permasalahan nomor 1, kesalahan yang dilakukan AC dapat dikategorikan sebagai kesalahan konseptual dikarenakan tidak dapat menafsirkan istilah, konsep yang terdapat dalam permasalahan yang diberikan (Afifah, 2017; Ilmiyah et al., 2018; Ulfa & Kartini, 2021; Wijaya & Masriyah, 2013). Berikut cuplikan wawancara yang dilakukan oleh peneliti dengan AC.

- Peneliti* : Apakah adik memahami masalah yang ibu berikan ?
AC : Saya paham, Bu
Peneliti : Mengapa adik tidak mendikripsikan secara jelas permasalahan nomor 1
AC : Untuk permasalahan nomor 1 saya lupa untuk mendikripsikan secara lengkap, Bu
Peneliti : Menurut adik apakah adik yakin dengan jawaban adik?
AC : Saya kurang yakin dengan jawaban saya Bu
Peneliti : Coba adik cek kembali dalam permasalahan nomor 1, apakah dalam permasalahan tersebut mempertanyakan tentang energi kinetik?
AC : (*meneliti hasil pekerjaannya*) Bukan Bu, mempertanyakan soal energi ambang
Peneliti : Oke, mengapa adik menyelesaikan permasalahan tersebut dengan mencari besar energi kinetik?
AC : (*meneliti hasil pekerjaannya*) Oh iya bu maaf saya salah, harusnya saya mencari energi ambangnya bu
Peneliti : Baik apakah adik bisa menyelesaikan masalah tersebut jika tahu yang dicari adalah energi ambang?
AC : Bisa Bu
Peneliti : Bagaimana cara penyelesaiannya?
AC : Begini Bu, dari persamaan $E_k = hf - W$ yang dicari adalah W nya, dengan $E_k = e \cdot V_o$, dan $f = c/\lambda$, maka $W_o = hf - E_k$ dengan memasukan data yang telah diketahui dalam permasalahan 1 akan ditemukan besar nilai W Bu.

Hasil wawancara dengan AC pada permasalahan nomor 1 menunjukkan AC mengalami kesalahan pada menyelesaikan permasalahan nomor 1. kesalahan tersebut diantaranya kurang lengkapnya informasi pada tahap *usefull description*, tidak adanya proses *Physics Approach*, serta tidak adanya tahapan *logical progression* yang termasuk dalam kesalahan konseptual dikarenakan tidak mampu menafsirkan suatu konsep dengan benar. Kesalahan perhitungan pada proses *mathematical procedure*, yang merupakan kesalahan teknik dikarenakan melakukan

kesalahan dalam operasi hitung (Afifah, 2017; Ilmiyah et al., 2018; Ulfa & Kartini, 2021; Wijaya & Masriyah, 2013). Akan tetapi dalam proses wawancara AC mampu mengevaluasi pekerjaannya sehingga mampu menjawab permasalahan nomor 1 dengan benar

Diketahui : $\lambda = 6 \times 10^{-5} \text{ cm} = 6 \times 10^{-7} \text{ m}$
 $v_0 = 0,5 \text{ v}$
 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
 $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
 Ditanya : $W_0 = ?$
 Jawab
 $E_k = hf - W_0$
 $E_k = e \cdot v_0$
 $= 1,6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 0,5 \text{ v}$
 $= 0,8 \times 10^{-19} \text{ J}$
 $f = \frac{c}{\lambda}$
 $= \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{6 \times 10^{-7} \text{ m}}$
 $= 0,5 \times 10^{15} \text{ Hz}$
 $hf = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 0,5 \times 10^{15} \text{ Hz}$
 $= 3,315 \times 10^{-19} \text{ J}$
 $E_k = hf - W_0$
 $W_0 = hf - E_k$
 $= 3,315 \times 10^{-19} \text{ J} - 0,8 \times 10^{-19} \text{ J}$
 $= 2,515 \times 10^{-19} \text{ J}$
 jadi, energi ambang logam tersebut adalah $2,515 \times 10^{-19} \text{ J}$

Gambar 2. Hasil Pekerjaan AF Pada Permasalahan Nomor 1 (Aspek Menganalisis dan Aspek Mengevaluasi)

Gambar 2 menunjukkan bahwa solusi AF untuk masalah tersebut sudah sesuai. Untuk mengatasi masalah ini, AF berhasil memberikan deskripsi yang tepat tentang masalah tersebut, dimulai dengan deskripsi yang berguna tentang *usefull description* dan *Physics Approach*. Selain itu, jawaban atas masalah tersebut telah sesuai dengan urutan masalah pertama yang disajikan. Masalah pertama meminta AF untuk mencari energi ambang logam, dan AF mampu menemukan energi ambang logam untuk menyelesaikan masalah. Selain itu, AF juga memberikan *logical progression* saat menangani masalah nomor 1. Berikut ini adalah sebagian dari percakapan peneliti dengan AF.

- Peneliti : Apakah adik memahami masalah yang ibu berikan ?
 AF : Saya paham, Bu
 Peneliti : Menurut adik apakah adik yakin dengan jawaban adik?
 AF : (meneliti hasil pekerjaannya) Saya yakin dengan jawaban saya Bu

Menurut hasil wawancara yang dilakukan dengan AF terkait permasalahan nomor satu, AF mampu menyelesaikan soal nomor satu dengan baik. Selain itu AF mampu mengevaluasi jawabannya dan menyatakan bahwa jawaban permasalahan yang dikerjakannya telah sesuai.

Permasalahan Nomor 2

Berikut merupakan hasil penyelesaian permasalahan nomor 2 yang dilakukan oleh AA dan AC

Tahapan persiapan sampel yang akan saya lakukan agar pemindaian SEM (Scanning Electron Microscopy) yang pertama menyiapkan masker 3 lapis (3 ply) yang akan di uji selanjutnya dibuka maskernya dan sedikit di dari lapisan yang pertama sampai ke lapisan yang terakhir dan di potong kecil untuk nantinya dilihat menggu nakan scanning ~~Microscopy~~ Elektron Microscopy agar terlihat keamanannya dari bakteri / virus yang lebih kecil.

Gambar 3. Hasil Pekerjaan AC Pada Permasalahan Nomor 2 (Aspek Menganalisis dan Mencipta)

Pada gambar 3 AC tidak mendeskripsikan secara jelas tahapan penyelesaian permasalahan nomor 2 mulai dari *usefull description*, *physics approach*, *specific application of physics*, *mathematical procedures*, dan *logical progression* yang termasuk dalam kesalahan konseptual yaitu kesalahan konseptual yang merupakan kesalahan saat tidak mampu menafsirkan konsep dengan benar (Afifah, 2017; Ilmiyah et al., 2018; Ulfa & Kartini, 2021; Wijaya & Masriyah, 2013),. AC hanya menjabarkan satu tahapan sampel saat akan dilakukan pemindaian dengan SEM. Cuplikan wawancara yang dilakukan dengan AC adalah sebagai berikut,

- Peneliti : Apakah adik memahami masalah yang ibu berikan ?
 AC : Saya paham, Bu
 Peneliti : Mengapa adik tidak mendikripsikan secara jelas permasalahan nomor 2
 AC : Untuk permasalahan nomor 2 saya lupa untuk mendiskripsikan secara lengkap, Bu
 Peneliti : Menurut adik apakah adik yakin dengan jawaban adik?
 AC : Saya kurang yakin dengan jawaban saya Bu
 Peneliti : Coba adik cek kembali dalam permasalahan nomor 2, apakah permasalahan yang ditanyakan pada permasalahan nomor 2?
 AC : (meneliti hasil pekerjaannya) permasalahannya diruruh untuk menjelaskan bagaimana tahapan persiapan sampel agar pemindaian SEM dapat berhasil.
 Peneliti : Oke, apakah jawaban adik sesuai ?
 AC : (meneliti hasil pekerjaannya) menurut saya kurang lengkap Bu, harusnya tahapan yang diberikan lebih dari 1.
 Peneliti : Baik apakah adik bisa menjelaskan secara singkat apasaja tahapannya?
 AC : Bisa Bu
 Peneliti : Bagaimana cara penyelesaiannya?
 AC : Begini Bu, tahapannya saja kan Bu. tahapan yang pertama adalah *fracturing*, *cutting*, *mechanical polishing* itu saja bu yang saya ingat.
 Peneliti : Oke baik, Harusnya ada berapa tahapan?
 AC : Harusnya ada 8 tahapan klo tidak salah bu, saya lupa.

Pertama, siapkan peralatan yang terdapat pada SEM, seperti pirhal elektron, lensa,
 sistem vakum, dan menyiapkan 2 bahan lapisan matrik yang akan digunakan.
 Kemudian, letakan bahan lapisan matrik secara bergantian untuk dipindai
 menggunakan SEM. Nantinya, elektron yang ditembakkan pada bahan masing-
 masing bahan lapisan matrik akan memancarkan elektron baru yang akan
 diterima oleh CRT untuk dapat dilihat struktur dan bahan-bahan tersebut
 agar tepat fungsi dan tepat digunakan pada bahan pembuatan matrik.

Gambar 4. Hasil Pekerjaan AA Pada Permasalahan Nomor 2 (Aspek Menganalisis dan Mencipta)

Pada gambar 4 AA tidak mendeskripsikan secara jelas tahapan penyelesaian permasalahan nomor 2 mulai dari *usefull description*, *physics approach*, *specific application of physics*, *mathematical procedures*, dan *logical progression* yang termasuk dalam kesalahan konseptual dimana tidak dapat menafsirkan konsep dengan benar (Afifah, 2017; Ilmiah et al., 2018; Ulfa & Kartini, 2021; Wijaya & Masriyah, 2013). Hal yang sama dilakukan oleh AC. AA menjabarkan bagaimana proses sampel dipindai dengan SEM, dan bukan tahapan mempersiapkan sampel. Cuplikan wawancara yang dilakukan dengan AA adalah sebagai berikut

- Peneliti : Apakah adik memahami masalah yang ibu berikan ?
 AA : Saya paham, Bu
 Peneliti : Mengapa adik tidak mendikripsikan secara jelas permasalahan nomor 2
 AA : Saya mengira jika soal berupa studi kasus tidak diperlukan pendiskripsian penyelesaian masalah secara lengkap, Bu
 Peneliti : Menurut adik apakah adik yakin dengan jawaban adik?
 AA : Saya tidak yakin Bu
 Peneliti : Coba adik cek kembali dalam permasalahan nomor 2, apakah permasalahan yang ditanyakan pada permasalahan nomor 2?
 AA : (*meneliti hasil pekerjaannya*) permasalahan diruruh untuk menjelaskan bagaimana tahapan persiapan sampel agar pemindaian SEM dapat berhasil.
 Peneliti : Oke, apakah jawaban adik sesuai ?
 AA : (*meneliti hasil pekerjaannya*) Oh iya bu, yang ditanyakan adalah persiapan sampel ya bu, sedangkan yang saya bahas proses sampel di karakterisasi menggunakan SEM, mohon maaf bu saya kurang teliti.
 Peneliti : Baik apakah adik bisa menjelaskan secara singkat apa saja tahapanya?
 AA : Bisa Bu
 Peneliti : Bagaimana cara penyelesaiannya?
 AA : Jika ingin menyiapkan sampel agar terbaca saat karakterisasi oleh SEM, tahapanya ada 8 yaitu *Fracturing, cutting, mechanical polishing, milling by the ion beam, contrast enhancement, mounting specimen, bulk specimen, powders and partikel*

Hasil tes dan wawancara menjelaskan AA dan AA pada permasalahan nomor 2 mengalami kesalahan saat menyelesaikan permasalahan tersebut. AA hanya mampu

menambahkan jawaban sebanyak tiga tahapan yang harusnya ada delapan tahapan. Sedangkan AA mengalami kesalahan saat memahami apa yang menjadi permasalahan nomor 2.

Berdasarkan temuan penelitian, mahasiswa melakukan sejumlah kesalahan saat menyelesaikan soal yang membutuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi pada materi dualisme gelombang partikel. Kesalahan membaca, transformasi, keterampilan proses, dan menulis jawaban akhir merupakan kesalahan dalam aspek analisis. Kesalahan keterampilan proses dan kesalahan penulisan jawaban akhir adalah dua aspek evaluasi selanjutnya. Dalam proses mencipta, terdapat kesalahan dalam memahami dan menulis jawaban akhir.

Mahasiswa yang menggunakan kemampuan berpikir tingkat tinggi untuk memecahkan masalah pada materi dualisme gelombang partikel nomor 1 ditemukan memiliki kesalahan membaca dan transformasi dalam penelitian ini. Kesalahan tersebut terkait solusi AC untuk permasalahan nomor 1 yang gagal memberikan deskripsi yang tepat tentang masalah tersebut yang termasuk dalam kesalahan konseptual dimana tidak bisa menafsirkan dengan benar suatu konsep (Afifah, 2017; Ilmiah et al., 2018; Ulfa & Kartini, 2021; Wijaya & Masriyah, 2013), dimulai dengan *usefull description*. AC hanya mampu mendiskripsikan panjang gelombang dan beda potensial dari permasalahan nomor 1. Mahasiswa dikatakan mampu membaca soal ketika mereka memahami arti istilah atau kata-kata di dalamnya serta mampu mendiskripsikannya (Prakitipong & Nakamura, 2006). Temuan ini didukung oleh penelitian ini.

Subyek penelitian masih menunjukkan kesalahan memahami permasalahan, khususnya permasalahan nomor 2. Pada soal nomor 2, mahasiswa tidak mencatat maupun mendiskripsikan informasi yang ada. Hal ini disebabkan karena mahasiswa tidak mengetahui tujuan dari masalah tersebut, sehingga jawaban yang diberikan kurang tepat. Menurut penelitian terdahulu, banyak mahasiswa yang tidak menuliskan informasi dalam soal karena tidak memahaminya dengan benar (Fitria, 2013).

Siswa yang memecahkan masalah yang membutuhkan pemikiran tingkat tinggi ditemukan memiliki kesalahan transformasi. Kesalahan ini terjadi karena mahasiswa dapat menuliskan dan mengubah bentuk soal menjadi *usefull description* seperti pada permasalahan nomor 1, tetapi tidak mengilustrasikan masing-masing variabel. Kesalahan mahasiswa tidak melakukan *usefull description* yang termasuk kesalahan transformasi (membuat model matematika) banyak dijumpai dalam penelitian (Setiawati et al., 2017).

Mahasiswa yang memecahkan masalah fisika modern tipe *higher order thinking skills* urutan permasalahan nomor 1 dan 2 membuat kesalahan keterampilan proses penelitian ini. Pada permasalahan nomor 1 mahasiswa membuat kesalahan dalam mengoperasikan $E_K = h f - W$, mahasiswa mencari besar E_K yang seharusnya mencari besar W . Sedangkan pada permasalahan nomor 2, mahasiswa melakukan kesalahan yang harusnya mendiskripsikan cara menyiapkan sampel agar terbaca saat karakterisasi oleh SEM akan tetapi mahasiswa menjelaskan bagaimana proses SEM mengkarakterisasi sampel. Hal ini sejalan dengan temuan yang terjadi saat melaksanakan penelitian yang menyatakan

bahwa masih banyak mahasiswa yang terus melakukan kesalahan keterampilan proses (Magfirah et al., 2019).

Jawaban akhir sering ditulis dengan kesalahan oleh subjek penelitian yang termasuk dalam kesalahan teknik yang merupakan kesalahan saat melakukan perhitungan sehingga menjadikan jawaban akhir yang diberikan menjadi tidak sesuai (Afifah, 2017; Ilmiyah et al., 2018; Ulfa & Kartini, 2021; Wijaya & Masriyah, 2013). Mahasiswa mengambil langkah yang salah sebelum membuat kesalahan, ketika dalam permasalahan menanyakan tentang W tetapi mahasiswa mencari besar E_K yang berdampak pada kesalahan penulisan jawaban akhir, hal ini dikarenakan kesalahan konseptual yaitu tidak mampu menafsirkan konsep dengan benar (Afifah, 2017; Ilmiyah et al., 2018; Ulfa & Kartini, 2021; Wijaya & Masriyah, 2013). Selain itu pada permasalahan nomor 2 mahasiswa membuat kesalahan saat menjelaskan proses SEM mengkarakterisasi bahan yang seharusnya menjelaskan cara menyiapkan sampel agar terbaca oleh SEM. Hal tersebut akan berdampak pada penulisan jawaban akhir yang tidak sesuai dengan yang diinginkan, kesalahan ini termasuk dalam kesalahan konseptual yang merupakan kesalahan yang terjadi karena tidak mampu menafsirkan konsep dengan benar (Afifah, 2017; Ilmiyah et al., 2018; Ulfa & Kartini, 2021; Wijaya & Masriyah, 2013). Permasalahan ini masih banyak ditemukan dalam penelitian bahwa mahasiswa melakukan kesalahan saat menuliskan jawaban akhir mereka, mampu menarik kesimpulan. Namun, mahasiswa tidak dapat membenarkan kesimpulan mereka (Dwi Susandi et al., 2019)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian bahwa mahasiswa melakukan kesalahan dalam menggunakan *Higher Order Thinking Skill* (HOTS) untuk menyelesaikan suatu jenis masalah dengan menggunakan materi fisika modern yang disediakan. Kesalahan membaca, transformasi, keterampilan proses, dan menulis jawaban akhir merupakan kesalahan dalam aspek analisis yang termasuk dalam kesalahan konseptual dan kesalahan teknis. Selain itu, keterampilan menulis jawaban akhir dan pengolahan kesalahan merupakan aspek evaluasi. Ada kesalahpahaman dan kesalahan penulisan dalam tanggapan akhir ketika datang ke aspek penciptaan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa hal itu dapat menjadi panduan bagi pendidik untuk lebih memperhatikan model dan metode pembelajaran di kelas dan untuk peneliti berikutnya, lakukan penelitian yang sebanding pada materi pelajaran fisika selanjutnya. Mengevaluasi jenis scaffolding yang tepat untuk mengatasi kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa sebagai kelanjutan dari temuan penelitian. Pendekatan saintifik pada model pembelajaran *problem based learning* dapat digunakan sebagai salah satu opsi untuk diterapkan

DAFTAR PUSTAKA

Afandi, Sajidan, Akhyar, M., & Suryani, N. (2019). Development frameworks of the Indonesian partnership 21 st -century skills standards for prospective science teachers: A Delphi study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(1), 89–100.

Aprilita, E., dkk: Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam...

- <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i1.11647>
- Afifah, N. (2017). Problematika pendidikan di Indonesia (Telaah dari aspek pembelajaran). *Elementary: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 1(1), 41–74. <https://unimuda.e-journal.id/jurnalpendidikan/article/view/148>
- Cot, J., Nie, T., Batu, M., & Utara, A. (2021). Analysis of Problem-Solving Skill of Student. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(1), 60–66.
- Daniel, S. J. (2020). Education and the COVID-19 pandemic. *Prospects*, 49(1–2), 91–96. <https://doi.org/10.1007/s11125-020-09464-3>
- Diana, R., & Sofi Makiyah, Y. (2021). Efektivitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Model Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Pada Materi Interferensi Celah Ganda. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(1), 48–54. <http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jpf48>
- Dwi Susandi, A., Sa'Dijah, C., Rahman As'Ari, A., & Susiswo. (2019). Students' critical ability of mathematics based on cognitive styles. *Journal of Physics: Conference Series*, 1315(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1315/1/012018>
- Ekasari, A., Diantoro, M., & . P. (2023). The Ability of Problem-based Learning (PBL) to Improve Problem-solving Skills on Heat Topic Among High School Students. *KnE Social Sciences*, 202, 293–299. <https://doi.org/10.18502/kss.v8i10.13454>
- Ekasari, A., Diantoro, M., & Parno. (2018). Peningkatan kemampuan Pemecahan masalah siswa SMAN 1 Gondang pada materi kalor dengan Pembelajaran berbasis masalah. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 3(1), 588–597.
- Fitria, T. N. (2013). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Berbahasa Inggris Pada Materi Persamaan Dan Pertidaksamaan Linear Satu Variabel. *MATHEdunesa*, 2(1), 1–8.
- Hull, M. M., Kuo, E., Gupta, A., & Elby, A. (2013). Problem-solving rubrics revisited: Attending to the blending of informal conceptual and formal mathematical reasoning. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 9(1), 1–16. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.010105>
- Ilmiyah, L., Purnama, S., & Mayangsari, S. N. (2018). Analisis Kesalahan Peserta Didik Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Sistem Persamaan Linear Dua Variabel. *AULADUNA: Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 5(1), 105–115. <https://doi.org/10.24252/auladuna.v5i1a9.2018>
- Ince, E. (2018). An Overview of Problem Solving Studies in Physics Education. *Journal of Education and Learning*, 7(4), 191. <https://doi.org/10.5539/jel.v7n4p191>
- Jesi Pebralia. (2020). Prinsip Ketidakpastian Heisenberg Dalam Tinjauan Kemajuan Pengukuran Kuantum Di Abad 21. *Journal Online of Physics*, 5(2), 43–47. <https://doi.org/10.22437/jop.v5i2.9049>
- Li, S., Pöytä-Tarhonen, J., & Häkkinen, P. (2023). Students' collaboration dispositions across diverse skills of collaborative problem solving in a computer-based assessment environment. *Computers in Human*

- Behavior Reports*, 11(November 2022).
<https://doi.org/10.1016/j.chbr.2023.100312>
- Magfirah, M., Maidiyah, E., & Suryawati, S. (2019). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Berdasarkan Prosedur Newman. *Lentera Sriwijaya: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 1(2), 1–12.
<https://doi.org/10.36706/jls.v1i2.9707>
- Martin, T. I. H. (2020). Pengembangan Instrumen Soal HOTS (High Order Thinking Skill) Pada Mata Kuliah Fisika Dasar 1. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 18–21.
<http://journal.uin-alaudidin.ac.id/indeks.php/PendidikanFisika>
- Molnár, G., & Greiff, S. (2023). Understanding transitions in complex problem-solving: Why we succeed and where we fail. *Thinking Skills and Creativity*, 50(September).
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101408>
- Panggabean, D. D., Rajagukguk, M. H., Febriani, & Goni, P. K. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan High Order Thinking Skills Siswa Smp Application Of The Guided Inquiry Learning Model To Improve High Order Thinking Skills Of Senior. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 11, 33–39.
- Prakitipong, N., & Nakamura, S. (2006). Analysis of Mathematics Performance of Grade Five Students in Thailand Using Newman Procedure. *Journal of International Cooperation in Education*, 9(1), 111–122.
- Rasagama, I.G et al., 2020. (2020). Profil HOTS Mahasiswa DIII Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung Karena Model Pembelajaran Fisika DIBeK&P2D. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 6(3), 1–8.
- Riantoni, C., Yuliati, L., & Mufti, N. (2017). Kemampuan Pemecahan Masalah Materi Listrik Dinamis pada Pembelajaran Guided Inquiry Berbantuan PhET pada Mahasiswa S1 Pendidikan Fisika. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 4(1), 40.
<https://doi.org/10.12928/jrpkpf.v4i1.6468>
- Rosengrant, D., Van Heuvelen, A., & Etkina, E. (2009). Do students use and understand free-body diagrams? *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 5(1), 1–13.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.5.010108>
- Setiawati, S., Herman, T., & Jupri, A. (2017). Investigating middle school students' difficulties in mathematical literacy problems level 1 and 2. *Journal of Physics: Conference Series*, 909(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/909/1/012063>
- Sujarwanto, E., & Susanti, E. (2022). Bagaimana Sikap Dan Pendekatan Transitional Novice Terhadap Penyelesaian Masalah Fisika? How Is Transitional Novice ' S Attitude And Approach To Physics Problem Solving?. 11, 40–47.
- Tortorella, G. L., Powell, D., Liu, L., Filho, M. G., Antony, J., Hines, P., & Nascimento, D. L. de M. (2023). How has social media been affecting problem-solving in organizations undergoing Lean Production implementation? A multi-case study. *Journal of Industrial Information Integration*, 35(August), 100515. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2023.100515>
- Ulfa, D., & Kartini, K. (2021). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Logaritma Menggunakan Tahapan Kesalahan Kastolan. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 542–550.
<https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i1.507>
- Walsh, L. N., Howard, R. G., & Bowe, B. (2007). Phenomenographic study of students' problem solving approaches in physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 3(2), 1–12.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.3.020108>
- Wijaya, A. A., & Masriyah. (2013). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita pada Materi Sistem Linear Dua Variabel. *MATHEdunesa*, 2(1), 1–7.
- Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2018). Profil Kemampuan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Hots Di Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Papua. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 2(1), 42.
<https://doi.org/10.32585/jkp.v2i1.63>
- Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2019). HOTS profile of physics education students in STEM-based classes using PhET media. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032021>