

**BAGAIMANA SIKAP DAN PENDEKATAN *TRANSITIONAL NOVICE*
TERHADAP PENYELESAIAN MASALAH FISIKA?**

***HOW IS TRANSITIONAL NOVICE'S ATTITUDE AND APPROACH TO
PHYSICS PROBLEM SOLVING?***

Eko Sujarwanto, Ernita Susanti, Yanti Sofi Makiyah *

Pendidikan Fisika, Universitas Siliwangi

Jl. Siliwangi No.24, Kahuripan, Kec. Tawang, Kab. Tasikmalaya, 46115,

Jawa Barat, Indonesia

*email: yanti.sofi@unsil.ac.id

Disubmit: 14 Desember 2021, Direvisi: 27 Mei 2022, Diterima: 16 Juni 2022

Abstrak. Pembelajaran fisika memiliki tujuan agar mahasiswa mampu menerapkan konsep dan hukum fisika dalam proses penyelesaian masalah fisika. Belajar fisika dan menyelesaikan masalah fisika dipengaruhi sikap dan pendekatan mahasiswa pada masalah fisika. Selain *novice* dan *expert*, dalam penyelesaian masalah fisika terdapat istilah *transitioning novice*. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi sikap dan pendekatan yang digunakan oleh *Transitioning novice* jika dihadapkan pada masalah fisika. Survei *cross-sectional* dilakukan pada Sikap dan Pendekatan terhadap Penyelesaian Masalah. Sampel penelitian adalah 88 mahasiswa melalui teknik *purposive sampling* yaitu mahasiswa masuk dalam kategori *transitioning novice*. Instrumen yang digunakan adalah hasil adaptasi *Attitude and Approach to Problem Solving* (AAPS). Hasil survei dianalisis secara statistik deskriptif menggunakan persentase dan tabulasi data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa responden menunjukkan ciri *novice* dan ciri *expert* dalam hal sikap dan pendekatan terhadap penyelesaian masalah fisika. Mahasiswa yang menjadi responden menunjukkan sedang berada pada fase *transitional novice*. Ciri *transitional novice* yang menonjol pada penelitian ini adalah cara pandang terhadap rumus fisika dan masalah fisika yang masih dianggap sebagai masalah matematis, keterbatasan dalam mengidentifikasi konsep, melakukan evaluasi terhadap proses penyelesaian masalah dan solusinya, dan berkolaborasi dalam penyelesaian masalah.

Kata Kunci: *transitional novice, sikap dan pendekatan, penyelesaian masalah fisika.*

Abstract. Purpose of Physics learning is students are able to apply the concepts and laws of physics in the process of solving physics problems. Learning physics and solving physics problems is influenced by students' attitudes and approaches to physics problems. In addition to *novice* and *expert*, in solving physics problems there is the term *transitioning novice*. This study aims to identify attitudes and approaches used by *Transitioning novices* when they face physics problems. A cross-sectional survey was conducted on *Attitudes and Approaches to Problem Solving*. The research sample was 88 students through *purposive sampling* technique, namely students included in the category of *transitioning novice*. The instrument used is the result of the adaptation of *Attitude and Approach to Problem Solving* (AAPS). The survey results were analyzed descriptively using percentages and data tabulation. The results showed that the respondents showed *novice* and *expert* characteristics in terms of attitudes and approaches to solving physics problems. Students indicated that they were in the *novice transitional* phase. The characteristics of the *transitional novice* that prominent in this research are the perspective on physics formulas and physics problems which are still considered as mathematical problems, limitations in identifying concepts, evaluating the problem solving process and solutions, and collaborating in problem solving.

Keywords: *transitional novice, attitude and approach, physics problem solving.*

PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika memiliki tujuan agar mahasiswa mampu menerapkan konsep dan hukum fisika dalam proses penyelesaian masalah fisika. Kemampuan mahasiswa dikatakan tidak utuh jika hanya mampu mengerjakan masalah fisika tanpa tahu rasionalitas dalam pencarian solusi. Begitu pula jika hanya mampu memahami konsep tanpa mengaplikasikan pada masalah fisika. Namun kenyataannya mayoritas mahasiswa hanya mampu mengerjakan masalah fisika tanpa tahu rasionalitas dalam pencarian solusi (Kuo, Hull, Gupta, & Elby, 2013). Mahasiswa lebih nyaman belajar menyelesaikan masalah fisika berdasarkan penyelesaian contoh soal.

Penyelesaian masalah fisika perlu melalui tahapan-tahapan (E. Sujarwanto, Hidayat, & Wartono, 2014). Berdasarkan penelitian terdahulu, secara umum ada tiga tahapan dalam penyelesaian masalah fisika, yaitu mengenali masalah fisika, mengaplikasikan konsep fisika pada masalah, dan mengevaluasi proses dan solusi penyelesaian masalah fisika. Tahap mengenali masalah perlu ditekankan pada mengenali konsep yang mendasari masalah dan bila perlu memberikan justifikasi terhadap konsep yang digunakan (Docktor, Strand, Mestre, & Ross, 2015). Tahap mengenali masalah bukan sekedar membuat daftar besaran yang diketahui dan besaran yang ditanyakan. Tahap mengenali masalah juga sarana membuat representasi visual (diagram benda bebas/skets/grafik) untuk memperjelas keadaan fisis dari masalah fisika. Kita perlu menuangkan hasil pengenalan masalah dalam representasi matematis dalam tahap mengaplikasikan konsep fisika dalam masalah. Tahap mengaplikasikan konsep terkait dengan integrasi antara *physics reasoning* dan *mathematical reasoning* serta substitusi nilai besaran-besaran ke representasi matematis. Pada tahap mengaplikasikan konsep, diperlukan kecakapan dalam mengintegrasikan antara *physics reasoning* dan *mathematical reasoning* (Kuo et al., 2013). Tahap evaluasi tidak kalah penting pada penyelesaian masalah fisika. Tahap evaluasi terkait dengan metakognisi seseorang. Kita perlu memeriksa kembali terkait kelogisan solusi/jawaban secara fisika, kebenaran satuan, atau prosedur matematis. Evaluasi menyeluruh terhadap proses penyelesaian masalah fisika dapat dilakukan melalui *self-explanation* dengan memberikan argumen yang terstruktur dan rasional (Fakcharoenphol & Stelzer, 2014). Menurut hasil studi, *self-explanation* yang baik berkorelasi dengan positif dengan kemampuan penyelesaian masalah fisika (Fakcharoenphol & Stelzer, 2014).

Penyelesaian masalah fisika dipengaruhi sikap dan pendekatan mahasiswa pada masalah fisika (Mason & Singh, 2010) (Balta, Mason, & Singh, 2016). Terdapat perbedaan sikap dan pendekatan yang dimiliki oleh *expert* dan *novice* pada penyelesaian masalah. Perbedaan *novice* dan *expert* dalam penyelesaian masalah fisika adalah dalam hal mengorganisasi serta menggunakan pengetahuan dan menghubungkan satu konsep dengan konsep yang lain ketika menyelesaikan masalah (Mason & Singh, 2011) (S. Lin & Singh, 2013) (Hull, Kuo, Gupta, & Elby, 2013). Milbourne & Wiebe menambahkan bahwa

pengetahuan mahasiswa berperan penting pada proses penyelesaian masalah fisika kompleks (Milbourne & Wiebe, 2018). *Expert* dalam penyelesaian masalah fisika cenderung menggunakan konsep fisika yang mendasari masalah (*deep feature*), melakukan evaluasi terhadap solusi dan proses pencariannya, dan menggunakan representasi yang menggambarkan keadaan fisis sistem (Hull et al., 2013) (Docktor et al., 2015) (Riantoni, Yuliati, Mufti, & Nehru, 2017). Hal sebaliknya, *novice* dalam penyelesaian masalah fisika cenderung mengenali masalah berdasarkan sajian masalah (*surface feature*), tidak melakukan evaluasi, dan mengingat dan berusaha keras mencari rumus matematis (Mason & Singh, 2011) (Docktor et al., 2015) (Riantoni et al., 2017). Fakcharoenphol dkk. menambahkan bahwa *expert* lebih akurat dalam menilai tingkat kesulitan soal daripada *novice* (Fakcharoenphol, Morphey, & Mestre, 2015)

Selain *novice* dan *expert*, dalam penyelesaian masalah fisika terdapat istilah *transitioning novice* (Burkholder, Blackmon, & Wieman, 2020). *Transitioning novice* adalah sebutan mahasiswa fisika yang telah menempuh matakuliah Fisika Dasar namun masih belum menunjukkan pola *reasoning* seperti *expert*. *Transitioning novice* juga telah belajar cara menyelesaikan masalah fisika. Ciri *transitioning novice* adalah mampu memahami hubungan tertentu antara dua besaran untuk berlogika mengenai suatu representasi matematis serta mampu memprediksi perubahan yang terjadi pada suatu besaran jika besaran lain yang berhubungan mengalami perubahan (Burkholder et al., 2020). Hasil penelitian Burkholder dkk. bermanfaat untuk memberi jalan bagi *novice* agar menjadi *expert* melalui strategi pengajaran penyelesaian masalah.

Strategi penyelesaian masalah oleh *transitioning novice* telah dipetakan dengan baik oleh Burkholder dkk. (Burkholder et al., 2020). Walau begitu sikap dan pendekatan penyelesaian masalah fisika oleh *transitioning novice* masih perlu diidentifikasi. Mahasiswa di Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Siliwangi cenderung terbiasa menggunakan strategi penyelesaian masalah yang terdiri atas struktur Diketahui, Ditanyakan, Jawab, dan Jadi/Evaluasi. Struktur semacam itu cukup baik saat digunakan dalam permasalahan matematika. Namun demikian, struktur tersebut kurang sesuai dengan penyelesaian masalah fisika karena (1) struktur tersebut membuat mahasiswa lebih fokus pada operasi matematis dan (2) struktur tersebut menyebabkan mahasiswa sekedar mencocokkan besaran-besaran yang diketahui dengan rumus-rumus yang dampaknya mengabaikan konsep yang mendasari masalah.

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi sikap dan pendekatan yang digunakan oleh mahasiswa *transitioning novice* jika dihadapkan pada masalah fisika. Identifikasi sikap dan pendekatan penyelesaian masalah fisika oleh *transitioning novice* penting dilakukan agar mengetahui cara pandang mereka terhadap konsep fisika, rumus fisika, dan cara pandang terhadap masalah fisika. Hasil penelitian diharapkan melengkapi penelitian terdahulu dalam hal memberi penjelasan tentang strategi tertentu yang

digunakan oleh *transitioning novice* dalam menyelesaikan masalah fisika.

METODE PENELITIAN

Untuk mendapatkan data sesuai tujuan penelitian, maka tim peneliti melakukan survei terhadap sikap dan pendekatan terhadap penyelesaian masalah. Survei *cross-sectional* dilakukan pada mahasiswa tahun kedua dan tahun ketiga Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Siliwangi sebanyak 88 mahasiswa. Alasan dipilih mahasiswa tahun kedua dan ketiga adalah karakteristik subjek sesuai dengan karakter *transitional novice*. Mahasiswa tahun kedua Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Siliwangi telah menempuh Fisika Dasar I dan Fisika Umum. Sementara, mahasiswa tahun ketiga telah menempuh matakuliah Fisika Dasar I, Fisika dasar II, Fisika Umum, dan Mekanika.

Instrumen survei menggunakan *Attitude and Approach to Problem Solving (AAPS)*(Mason & Singh, 2010). AAPS diadaptasi ke bahasa Indonesia kemudian divalidasi terkait kesesuaian hasil saduran dalam Bahasa Indonesia. AAPS hasil adaptasi terdiri atas 31 item dalam format Skala Likert. Item pada AAPS bisa mengarah pada ciri *novice* dan mengarah pada ciri *expert* dalam penyelesaian masalah. Survei dilakukan secara online melalui google form. Rincian Instrumen AAPS ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1. Rincian Instrumen *Attitude and Approach to Problem Solving (AAPS)* hasil adaptasi.

| No | Isi Pernyataan |
|----|--|
| 1 | Jika saya tidak yakin tentang cara yang tepat untuk memulai menyelesaikan masalah fisika, saya tidak akan mengerjakan masalah itu kecuali saya pergi menemui guru/dosen atau orang lain untuk membantu. |
| 2 | Ketika menyelesaikan masalah fisika, saya sering membuat perkiraan tentang keadaan fisisnya |
| 3 | Dalam menyelesaikan masalah dalam di fisika, mampu menyelesaikan aspek matematika adalah bagian paling penting dari proses. |
| 4 | Dalam menyelesaikan masalah di fisika, saya selalu mengidentifikasi prinsip-prinsip fisika yang terlibat dalam masalah lebih dulu sebelum mencari persamaan/rumus yang sesuai |
| 5 | "Penyelesaian masalah" dalam fisika pada dasarnya adalah mencocok masalah dengan persamaan/rumus yang benar dan kemudian mengganti variabel-variabel pada persamaan/rumus dengan angka-angka yang diketahui untuk mendapatkan jawaban. |
| 6 | Dalam menyelesaikan masalah fisika, saya sering dapat mengetahui ketika pekerjaan dan/atau jawaban saya salah, walau tanpa melihat kunci jawaban atau membahas dengan orang lain tentang permasalahan itu. |

| | |
|----|--|
| 7 | Agar dapat menggunakan persamaan/rumus untuk menyelesaikan masalah (terutama di masalah yang belum pernah saya lihat sebelumnya), saya berpikir tentang apa makna simbol yang ada di persamaan/rumus dan bagaimana bisa sesuai dengan situasi yang ada di masalah. |
| 8 | Biasanya hanya ada satu cara yang benar untuk menyelesaikan masalah dalam fisika. |
| 9 | Saya menggunakan pendekatan yang sama untuk menyelesaikan semua masalah yang melibatkan kekekalan momentum linear walau jika situasi fisis yang diberikan dalam masalah sangat berbeda. |
| 10 | Jika saya tidak yakin tentang pendekatan yang tepat untuk menyelesaikan masalah, saya akan merenungkan prinsip-prinsip fisika yang mungkin berlaku dan melihat apakah prinsip-prinsip itu menghasilkan solusi yang masuk akal. |
| 11 | Persamaan/rumus bukan hal yang kita perlu pahami secara intuitif; Saya secara rutin menggunakan persamaan/rumus untuk menghitung jawaban angka bahkan jika non-intuitif. |
| 12 | Fisika melibatkan banyak persamaan/rumus yang masing-masing berlaku terutama pada situasi/masalah khusus. |
| 13 | Jika saya menggunakan dua pendekatan yang berbeda untuk menyelesaikan masalah fisika dan ternyata memberi jawaban yang berbeda, saya akan menggunakan waktu yang cukup untuk memikirkan pendekatan mana yang lebih masuk akal. |
| 14 | Ketika saya menyelesaikan masalah fisika, saya selalu berpikir secara eksplisit tentang konsep yang mendasari masalah. |
| 15 | Ketika menyelesaikan masalah fisika, saya sering merasa bahwa membuat gambar atau diagram lebih dulu dari situasi yang diberikan dalam masalah adalah hal yang berguna. |
| 16 | Ketika menjawab pertanyaan fisika konseptual, saya lebih sering menggunakan "feeling" saya daripada menggunakan prinsip-prinsip fisika yang biasa saya pikirkan saya saat menyelesaikan masalah kuantitatif/hitungan. |
| 17 | Saya memiliki kemungkinan yang sama untuk membuat gambar dan/atau diagram saat menjawab pertanyaan pilihan ganda ataupun pertanyaan esai. |
| 18 | Saya biasanya menggambar dan/atau membuat diagram bahkan jika tidak ada poin untuk itu. |
| 19 | Saya memiliki kemungkinan yang sama untuk membuat coretan-coretan awal saat menjawab pertanyaan pilihan ganda atau pun pertanyaan esai. |
| 20 | Setelah saya menyelesaikan PR fisika, saya meluangkan waktu untuk melakukan refleksi |

| | |
|----|--|
| 21 | dan belajar dari solusi masalah. Setelah saya menyelesaikan beberapa masalah fisika yang menggunakan prinsip/konsep yang sama tapi diterapkan dalam konteks yang berbeda, saya seharusnya mampu menerapkan prinsip yang sama dalam situasi/masalah yang berbeda pula. |
| 22 | Jika saya mendapatkan jawaban dari masalah fisika yang tampaknya tidak masuk akal, saya menghabiskan waktu yang cukup untuk berpikir tentang apa yang mungkin salah dengan solusi masalah. |
| 23 | Jika saya tidak bisa menyelesaikan masalah fisika dalam 10 menit, saya menyerah dan tidak mengerjakan masalah itu. |
| 24 | Ketika saya mengalami kesulitan menyelesaikan PR fisika, saya suka memikirkan PR itu bersama teman. |
| 25 | Ketika saya tidak menjawab dengan benar suatu pertanyaan pada tes atau pekerjaan rumah, saya selalu memastikan bahwa saya belajar dari kesalahan saya dan tidak membuat kesalahan yang sama lagi. |
| 26 | Saya merasa bahwa menyelesaikan beberapa masalah sulit menggunakan pendekatan sistematis dan mempelajarinya lebih berguna daripada menyelesaikan banyak masalah fisika yang setara dan mudah satu demi satu. |
| 27 | Saya menikmati penyelesaian masalah fisika meskipun membutuhkan yang cukup lama. |
| 28 | Saya mencoba pendekatan yang berbeda jika salah satu pendekatan tidak bekerja saat menyelesaikan masalah fisika. |
| 29 | Jika saya menyadari bahwa jawaban saya untuk masalah fisika tidak masuk akal, saya menelusuri kembali solusi untuk melihat di mana kesalahan saya. |
| 30 | Menyelesaikan masalah fisika yang dinyatakan dengan simbol-simbol jauh lebih sulit daripada menyelesaikan masalah yang identik namun disajikan menggunakan angka-angka. |
| 31 | Saat menyelesaikan masalah fisika dengan jawaban numerik, saya lebih memilih untuk menyelesaikan masalah secara simbolis lebih |

dulu dan akhirnya hanya memasukkan angka-angka pada simbol tersebut.

Secara garis besar, nantinya respon dari responden akan terbagi menjadi dua kategori yaitu, “*favorable*”, “*unfavorable*”. Respon “*favorable*” bermakna bahwa responden yang menjawab pernyataan tertentu (sangat setuju atau setuju dan sangat tidak setuju atau tidak setuju, tergantung pernyataannya) maka menunjukkan respon *expert* pada item itu. Instrumen yang digunakan terdiri atas 22 pernyataan yang menghendaki pilihan respon “sangat setuju” dan “setuju” sebagai respon “*favorable*” serta sembilan pernyataan menghendaki pilihan respon “sangat tidak setuju” dan “tidak setuju” sebagai respon “*favorable*”. Hasil survei dianalisis secara statistik deskriptif menggunakan persentase dan tabulasi data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

AAPS adalah instrumen survei berbasis skala Likert sehingga kami membagi respon menjadi 2 yaitu respon *favorable* dan respon *unfavorable* saat menganalisis respon mahasiswa. Respon “Netral” kami masukkan dalam respon *unfavorable* karena respon “Netral” tidak mengindikasikan bahwa respon tersebut mengarah ke *expert-like problem-solver*. Persentase respon *favorable* dan respon *unfavorable* dari item yang memiliki selisih antar kedua respon lebih dari/sama dengan 40% disajikan Tabel 2. Tabel 2 memperlihatkan dua klasifikasi yaitu *Expert Indication* dan *Novice Indication*. *Expert Indication* merujuk pada kumpulan item dengan persentase respon *favorable* yang lebih besar. *Novice indication* merujuk pada kumpulan item dengan persentase respon *unfavorable* lebih besar.

Tabel 2 menunjukkan bahwa item dalam kategori *expert indication* lebih banyak dua item daripada item dalam kategori *novice indication*. Namun, rata-rata selisih persentase *favorable response* dan *unfavorable response* lebih tinggi pada kategori *novice indication*, 69.41%, dibandingkan rata-rata selisih pada *expert indication*, 58.88%. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa lebih menunjukkan ciri *novice* daripada menunjukkan ciri *expert*.

Tabel 2. Respon *Favorable* dan respon *Unfavorable* dari Item yang Memiliki Selisih antar Kedua Respon $\geq 40\%$

| <i>Expert indication</i> | | | | <i>Novice Indication</i> | | | |
|--------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------|
| Item | <i>Favorable</i> (%) | <i>Unfavorable</i> (%) | Diff. (%) | Item | <i>Favorable</i> (%) | <i>Unfavorable</i> (%) | Diff. (%) |
| 4 | 75.00 | 25.00 | 50 | 1 | 20.45 | 79.55 | 59.1 |
| 7 | 73.86 | 26.14 | 47.72 | 3 | 2.27 | 97.73 | 95.46 |
| 10 | 78.41 | 21.59 | 56.82 | 5 | 2.27 | 97.73 | 95.46 |
| 13 | 77.27 | 22.73 | 54.54 | 9 | 28.41 | 71.59 | 43.18 |
| 19 | 90.91 | 9.09 | 81.82 | 11 | 16.09 | 83.91 | 67.82 |
| 21 | 70.45 | 29.55 | 40.9 | 12 | 2.27 | 97.73 | 95.46 |
| 22 | 77.27 | 22.73 | 54.54 | 16 | 28.41 | 71.59 | 43.18 |
| 24 | 78.41 | 21.59 | 56.82 | 18 | 28.41 | 71.59 | 43.18 |
| 25 | 87.50 | 12.50 | 75 | 30 | 9.09 | 90.91 | 81.82 |

| <i>Expert indication</i> | | | | <i>Novice Indication</i> | | | |
|--------------------------|---------------|-----------------|-----------|--------------------------|---------------|-----------------|-----------|
| Item | Favorable (%) | Unfavorable (%) | Diff. (%) | Item | Favorable (%) | Unfavorable (%) | Diff. (%) |
| 28 | 76.14 | 23.86 | 52.28 | | | | |
| 29 | 88.64 | 11.36 | 77.28 | | | | |
| Rata-rata | 79.44 | 20.56 | 58.88 | Rata-rata | 15.30 | 84.70 | 69.41 |

Berdasarkan item yang masuk kategori *novice indication*, dapat diketahui bahwa mayoritas responden mahasiswa memiliki ciri *novice* yaitu perhitungan matematis adalah dianggap bagian paling penting (item no. 3), penyelesaian masalah fisika dianggap sebagai pencocokan rumus (item no. 5), pendekatan/strategi yang digunakan berbeda jika dihadapkan pada masalah-masalah fisika berbeda konteks walau sebenarnya konsep dasarnya sama serta mengedepankan *naïve knowledge/feeling* pada masalah fisika non-hitungan (item no. 9 dan 16), rumus dianggap sesuatu yang non-intuitif (item no. 11), fisika dianggap sebagai kumpulan rumus yang tiap rumus hanya berlaku pada masalah spesifik dan berlaku pada konteks yang sempit (item no. 12). Selain itu, ciri *novice* yang lain adalah pembuatan diagram/grafik untuk membantu menyelesaikan masalah fisika dianggap tidak terlalu penting (item no. 18), masalah fisika yang menggunakan simbol-simbol dianggap lebih sulit daripada masalah yang menggunakan angka secara langsung (item no. 30), dan lebih cepat bertanya pada *expert* jika tidak yakin pada cara menyelesaikan masalah fisika (item no. 1).

Berdasarkan item no. 3 dan 5, terlihat bahwa mahasiswa menganggap matematika (misalnya perhitungan dan rumus) adalah bagian terpenting dalam penyelesaian masalah fisika Hal ini menunjukkan bahwa strategi mayoritas mahasiswa adalah *plug and chug*. Strategi *plug and chug* merupakan salah satu dari *epistemic game* saat proses penyelesaian masalah yang berupa pencarian rumus kemudian memasukkan besaran yang sesuai (Tuminaro & Redish, 2007). Padahal, aspek fisis dari penyelesaian masalah adalah bagian terpenting dari penyelesaian masalah. Integrasi aspek fisis berupa pemahaman konseptual dan formal matematis atau yang disebut *mathematical sensemaking* akan membuat penyelesaian masalah fisika lebih baik (Kuo, Hull, Elby, & Gupta, 2020). Kuo dkk. menambahkan bahwa memiliki *mathematical sensemaking* yang baik akan membawa dan melatih mahasiswa menjadi penyelesai masalah fisika yang inovatif dan efisien atau *adaptive expert* (Kuo et al., 2020).

Hasil dari item no. 9 dan 16 menunjukkan bahwa mahasiswa menggunakan pendekatan/konsep yang berbeda saat disajikan masalah-masalah dengan konteks yang berbeda walau sesungguhnya konsep masalahnya sama serta lebih mengedepankan *naïve knowledge* daripada menggunakan prinsip/konsep fisika saat menyelesaikan masalah konseptual. Hal ini berarti mahasiswa menunjukkan ciri *novice* yaitu belum memiliki struktur pengetahuan yang baik. Struktur pengetahuan dapat terdeteksi saat mahasiswa diminta mengelompok

masalah fisika yang seharusnya didasarkan pada konsep yang mendasari konsep (Mason & Singh, 2011)(Malone, 2008)(Chen et al., 2020). Ciri *novice* yang ditunjukkan adalah hanya mengenali masalah berdasarkan besaran yang diketahui atau besaran yang ditanyakan pada masalah fisika. Penggunaan *naïve knowledge* pada masalah konseptual juga berarti *reasoning* mahasiswa pada masalah fisika masih belum baik. Hasil ini didukung oleh hasil dari Kryjevskajaia dkk. dan Kryjevskajaia dkk. menyarankan menggunakan strategi metakognitif untuk meningkatkan *reasoning* (Kryjevskajaia, Stetzer, & Grosz, 2014).

Hasil dari item no. 11 dan 12 menunjukkan bahwa rumus dianggap sekedar simbol-simbol matematis oleh mahasiswa dan banyak rumus fisika hanya untuk masalah spesifik. Mayoritas mahasiswa yang menjadi responden berarti masih belum sepenuhnya memaknai bahwa rumusan matematis dari suatu hukum/konsep menunjukkan perilaku fisis dari suatu objek yang sedang dikaji (Eko Sujarwanto & Putra, 2018). Mahasiswa kemungkinan besar mampu membaca rumus secara matematis dan menghitungnya tapi sulit untuk memaknai. Mahasiswa juga tidak menganggap bahwa rumus itu adalah representasi dari suatu konsep dasar atau bahkan cerminan dari suatu hukum fisika yang berlaku umum. Hasil ini juga didukung oleh hasil yang diperoleh oleh Burkholder dkk. dan Balta dkk. (Burkholder et al., 2020)(Balta et al., 2016). Bagaimanapun, mahasiswa mayoritas mengaku berusaha memaknai simbol pada rumus agar tahu apa makna simbol yang ada di persamaan/rumus dan bagaimana bisa sesuai dengan situasi yang ada di masalah berdasarkan item no. 7.

Item no 18 menunjukkan bahwa dinilai atau tidaknya gambar/diagram yang merepresentasikan keadaan fisis masalah mempengaruhi mahasiswa untuk membuat gambar/diagram. Hal ini berarti mahasiswa mayoritas menganggap membuat diagram/gambar adalah sesuatu yang tidak bermanfaat dan hanya akan membuat diagram/gambar jika hanya ada perintah dalam soal/permasalahan. Mayoritas mahasiswa dalam penelitian ini tampak belum tahu bahwa selain untuk membantu menemukan solusi masalah, diagram/gambar dapat dimanfaatkan untuk mengevaluasi proses penyelesaian masalah (Rosengrant, Heuvelen, & Etkina, 2009)(Smith, Zwolak, & Manogue, 2019). Hasil dari item no 18 ini berbeda dengan hasil yang diperoleh Rosengrant dkk. bahwa mahasiswa akan tetap membuat diagram/gambar untuk menyelesaikan masalah walau mereka tahu diagram/gambar tidak dinilai (Rosengrant, Heuvelen, & Etkina, 2005).

Selain menunjukkan ciri *novice* pada aspek representasi gambar/diagram, mahasiswa juga kesulitan pada masalah fisika yang melibatkan simbol-simbol. Hal ini ditunjukkan dari hasil item 30. Hasil ini konsisten dengan Ibrahim & Rebello serta De Cock yaitu sajian masalah mempengaruhi tingkat kesulitan soal dan strategi penyelesaian masalah (Ibrahim & Rebello, 2012)(De Cock, 2012).

Berdasarkan item yang masuk kategori *expert indication*, dapat diketahui bahwa mayoritas mahasiswa memiliki ciri *expert* yaitu mencari konsep yang mendasari masalah sebelum mencari rumus yang sesuai dan saat merasa tidak yakin pada cara mencari solusi masalah (item no. 4 dan 10), melakukan evaluasi jika ragu-ragu terhadap solusi dan prosedur penyelesaian serta mencoba memperbaikinya (item no. 13, 22, 25, dan 29), berkolaborasi dan melakukan adaptasi jika ada hambatan dalam menyelesaikan masalah (item no. 24 dan 28), dan membuat coretan awal saat dihadapkan pada masalah pilihan ganda maupun esai (item no. 19).

Ciri *expert* yang ditunjukkan oleh mahasiswa adalah aspek kolaborasi (item 24 dan 28). Pertukaran informasi dalam kerja kolaborasi menjadi bagian penting untuk capaian akademik yang lebih baik termasuk strategi dan pendekatan dalam penyelesaian masalah. Hal ini diperkuat oleh Pulgar yang menambahkan bahwa pertukaran informasi dalam kelompok akan memunculkan kemampuan pengambilan keputusan dan kreativitas dalam penyelesaian masalah (Pulgar, 2021a)(Pulgar, 2021b). Dengan berkolaborasi, mahasiswa memiliki kemampuan lebih baik dalam menyelesaikan masalah *ill-structured* dari pada menyelesaikan masalah *well-structured* (Pulgar, Candia, & Leonardi, 2020). Efek positif kolaborasi pada penyelesaian masalah juga didukung oleh Vygotsky mengenai teori sosiokultural dalam pembelajaran dan *Zone of Proximal Development*. Hasil ini berbeda dengan Burkholder dkk. yang menyatakan bahwa *transitional novice* kurang dalam hal memeriksa kembali terhadap solusi (Burkholder et al., 2020). Ciri lain yang menunjukkan mahasiswa sedang menuju *expert* dalam penyelesaian masalah fisika adalah mahasiswa berusaha mencari konsep yang mendasari lebih dulu sebelum memilih rumus yang sesuai. Namun, keberhasilan dalam mengidentifikasi konsep yang sesuai dengan masalah masih perlu diselidiki.

Ciri aspek metakognitif yang ditunjukkan adalah mahasiswa akan cenderung mengevaluasi solusi dan proses penyelesaian masalah (item no. 13, 22, 25, dan 29). Selain itu, Mahasiswa juga mayoritas menyatakan mencari konsep yang mendasari masalah sebelum mencari rumus yang sesuai dan saat merasa tidak yakin pada cara mencari solusi masalah (item no. 4 dan 10). Sebagai mahasiswa *transitioning novice*, kemampuan mengevaluasi dan mengenali masalah merupakan hal yang baik untuk mencapai tingkatan *expert*. Pada tingkatan *expert*, keterampilan memprediksi keberhasilan dan kemampuan saat menyelesaikan masalah lebih akurat daripada *novice* (Lindsey & Nagel, 2015). Hal ini sesuai

dengan efek Dunning-Kruger yaitu seseorang dengan performa rendah akan cenderung menaksir kemampuannya terlalu tinggi sementara seseorang dengan performa tinggi menaksir kemampuannya dengan lebih akurat (Dunning, 2011).

Hasil survei menunjukkan mayoritas mahasiswa *transitional novice* ini menunjukkan indikasi ciri *adaptive expert* (Zhu & Wang, 2017)(Greiff et al., 2017)(X. Lin, Schwartz, & Bransford, 2007). Ciri tersebut adalah sikap untuk mencoba beradaptasi dan mencari alternatif proses penyelesaian masalah. Namun, mahasiswa dalam penelitian ini tidak menghadapi permasalahan fisika secara langsung sehingga perlu diselidiki lebih lanjut sikap dan pendekatan mereka saat disajikan masalah fisika secara langsung.

KESIMPULAN

Penelitian survei ini telah mengidentifikasi sikap dan pendekatan terhadap penyelesaian masalah. Mahasiswa masih menunjukkan ciri *novice* namun sudah menunjukkan sebagian ciri *expert* dalam penyelesaian masalah. Mahasiswa yang menjadi responden menunjukkan sedang berada pada fase *transitional novice*. Ciri *transitional novice* yang menonjol pada penelitian ini adalah cara pandang terhadap rumus fisika dan masalah fisika yang masih dianggap sebagai masalah matematis, keterbatasan dalam mengidentifikasi konsep, melakukan evaluasi terhadap proses penyelesaian masalah dan solusinya, mencoba beradaptasi serta mencari alternatif proses penyelesaian masalah, dan berkolaborasi dalam penyelesaian masalah. Hal ini berarti selain menunjukkan ciri *novice*, mahasiswa juga menunjukkan ciri *routine expert* dan *adaptive expert*. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mendeteksi *novice*, *transitional novice*, *routine expert*, dan *adaptive expert* dalam penyelesaian masalah dengan melibatkan mahasiswa dalam proses penyelesaian masalah fisika.

DAFTAR PUSTAKA

- Balta, N., Mason, A. J., & Singh, C. (2016). Surveying Turkish high school and university students' attitudes and approaches to physics problem solving. *Physical Review Physics Education Research*, 12(01)0129, 1–16. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010129>
- Burkholder, E., Blackmon, L., & Wieman, C. (2020). Characterizing the mathematical problem-solving strategies of transitioning novice physics students. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020134>
- Chen, Q., Zhu, G., Liu, Q., Han, J., Fu, Z., & Bao, L. (2020). Development of a multiple-choice problem-solving categorization test for assessment of student knowledge structure. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2).

- <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020120>
- De Cock, M. (2012). Representation use and strategy choice in physics problem solving. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 020117. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.8.020117>
- Docktor, J. L., Strand, N. E., Mestre, J. P., & Ross, B. H. (2015). Conceptual problem solving in high school physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 020106, 1–13. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020106>
- Dunning, D. (2011). The Dunning – Kruger Effect : On Being Ignorant of One ' s Own Ignorance. In *Advances in Experimental Social Psychology* (1st ed., Vol. 44). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385522-0.00005-6>
- Fakcharoenphol, W., Morphew, J. W., & Mestre, J. P. (2015). Judgments of physics problem difficulty among experts and novices. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 020128, 1–14. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020128>
- Fakcharoenphol, W., & Stelzer, T. (2014). Physics exam preparation : A comparison of three methods. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 010108, 1–7. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.010108>
- Greiff, S., Scheiter, K., Scherer, R., Borgonovi, F., Britt, A., Graesser, A., ... Samuel Greiff, B. (2017). Adaptive problem solving: Moving towards a new assessment domain in the second cycle of PIAAC. In *OECD Education Working Papers*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/90fde2f4-en>
- 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 Physics Education Research*, 010105, 1–16. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.010105>
- Ibrahim, B., & Rebello, N. S. (2012). Representational task formats and problem solving strategies in kinematics and work. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 010126, 1–19. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.8.010126>
- Kryjevskaja, M., Stetzer, M. R., & Grosz, N. (2014). Answer first : Applying the heuristic-analytic theory of reasoning to examine student intuitive thinking in the context of physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 020109(10). <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.020109>
- Kuo, E., Hull, M. M., Elby, A., & Gupta, A. (2020). Assessing mathematical sensemaking in physics through calculation-concept crossover. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020109>
- Kuo, E., Hull, M. M., Gupta, A., & Elby, A. (2013). How students blend conceptual and formal mathematical reasoning in solving physics problems. *Science Education*, 97(1), 32–57. <https://doi.org/10.1002/sce.21043>
- Lin, S., & Singh, C. (2013). Using an isomorphic problem pair to learn introductory physics : Transferring from a two-step problem to a three-step problem. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 020114, 1–11. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.020114>
- Lin, X., Schwartz, D. L., & Bransford, J. (2007). Intercultural adaptive expertise: Explicit and implicit lessons from Dr. hatano. *Human Development*, 50(1), 65–72. <https://doi.org/10.1159/000097686>
- Lindsey, B. A., & Nagel, M. L. (2015). Do students know what they know ? Exploring the accuracy of students ' self-assessments. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 11(020103), 1–11. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020103>
- Malone, K. L. (2008). Correlations among knowledge structures, force concept inventory, and problem-solving behaviors. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 4(2), 020107. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.4.020107>
- Mason, A., & Singh, C. (2010). Surveying graduate students ' attitudes and approaches to problem solving. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6 020124, 1–16. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020124>
- Mason, A., & Singh, C. (2011). Assessing expertise in introductory physics using categorization task. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 020110, 1–17. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.7.020110>
- Milbourne, J., & Wiebe, E. (2018). The Role of Content Knowledge in Ill-Structured Problem Solving for High School Physics Students. *Research in Science Education Education*, 48, 165–179.
- Pulgar, J. (2021a). Classroom creativity and students ' social networks : Theoretical and practical implications. *Thinking Skills and Creativity*, 42. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100942>
- Pulgar, J. (2021b). Investigating how university students collaborate to compose physics problems through structured tasks. *Physical Review Physics Education Research*, 17(10120). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.010120>
- Pulgar, J., Candia, C., & Leonardi, P. M. (2020). Social networks and academic performance in physics : Undergraduate cooperation enhances ill-structured problem elaboration and inhibits well-structured problem solving. *Physical Review Physics Education Research*, 16(010137). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010137>
- Riantoni, C., Yuliati, L., Mufti, N., & Nehru. (2017). Problem Solving Approach in Electrical Energy and

- Power on Students as Physics Teacher Candidates. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia Fisika Indonesia*, 6(1), 55–62. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.8293>
- Rosengrant, D., Heuvelen, A. Van, & Etkina, E. (2005). FREE-BODY DIAGRAMS : NECESSARY OR SUFFICIENT ? In J. Marx, P. Heron, & S. Franklin (Eds.), *2004 Physics education Research Conference* (pp. 177–181). American Institute of Physics.
- Rosengrant, D., Heuvelen, A. Van, & Etkina, E. (2009). Do students use and understand free-body diagrams ? *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 5(010108), 1–13. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.5.010108>
- Smith, E. M., Zwolak, J. P., & Manogue, C. A. (2019). Isolating approaches : How middle-division physics students coordinate forms and representations in complex algebra. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010138>
- Sujarwanto, E., Hidayat, A., & Wartono. (2014). Kemampuan pemecahan masalah fisika pada modeling instruction pada siswa sma kelas xi. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1). <https://doi.org/10.15294/jpii.v3i1.2903>
- Sujarwanto, Eko, & Putra, I. A. (2018). Conception of Motion as Newton Law Implementation among Students of Physics Education. *Jurnal Pendidikan Sains*, 6(4), 110–119. Retrieved from <http://journal.um.ac.id/index.php/jps/>
- Tuminaro, J., & Redish, E. F. (2007). Elements of a cognitive model of physics problem solving : Epistemic games. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 020101, 1–22. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.3.020101>
- Zhu, G., & Wang, J. (2017). Pseudolongitudinal investigation on Chinese students ' categorization of kinematics and mechanics problems. *Physical Review Physics Education Research*, 020118, 1–9. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020118>