

## Identifikasi awal kemampuan pemecahan masalah fisika mahasiswa pendidikan Unesa, kemampuan metakognisi fisika, sikap dan strategi pemecahan masalahnya

W Setyarsih<sup>1, a</sup>, H Azninda<sup>1</sup>, dan B. Jatmiko<sup>1</sup>

Jurusan Fisika, Universitas Negeri Surabaya

<sup>a</sup>worosetyarsih@unesa.ac.id

**Abstrak.** Telah dilakukan *pre-elementary survey* terhadap 34 mahasiswa S1 Prodi Pendidikan Unesa pada semester genap tahun ajaran 2017/2018 untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan kemampuan pemecahan masalah ditinjau dari capaian 5 indikator pemecahan masalah Minnesota yang menggunakan 5 kriteria, kemampuan metakognisi, sikap dan strategi pemecahan masalah yang digunakan mahasiswa. Data kemampuan pemecahan masalah diperoleh dari 2 kali tes pemecahan masalah untuk dua sub materi Fisika Dasar II (optik geometri dan optik fisis-fisika modern). Dua angket online diberikan secara bertahap setelah tes kemampuan pemecahan masalah, pertama tentang metakognitif fisika dan kedua tentang sikap dan strategi pemecahan masalah fisika. Analisis data menggunakan analisis deskriptif kuantitatif meliputi mean, modus, dan grafis. Hasil analisis menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah mahasiswa masih rendah (skor rata-rata kelas 62, di bawah skor ketuntasan minimal 70) dan 41% mahasiswa berada di bawah rata-rata kelas. Capaian indikator pemecahan masalah menunjukkan bahwa kelima indikator berada pada kriteria 3 dari rubrik pemecahan masalah Minnesota. Kemampuan metakognisi fisika mahasiswa menunjukkan bahwa 65% mahasiswa belum terbiasa menerapkan pengetahuan metakognisi, dan sekitar 35% hingga 61% mahasiswa terkadang menggunakan 5 dari 6 komponen pengaturan kognitif, kecuali komponen *debuging*. Data sikap dan strategi pemecahan masalah menunjukkan bahwa mahasiswa sadar dan melakukan proses pemecahan masalah secara prosedural.

### 1. Pendahuluan

Pemecahan masalah (*problem solving*) merupakan hal terpenting dalam kehidupan manusia, karena setiap saat manusia selalu menemui dan menghadapi masalah. Dalam kehidupan sehari-hari dan dalam kegiatan profesional, mereka selalu mendedikasikan banyak usaha intelektual untuk memecahkan masalah. Karena sentralitas pemecahan masalah untuk bekerja dan kehidupan sehari-hari, maka pemecahan masalah juga menjadi fokus dari pendidikan dan pembelajaran [1]. Salah satu tujuan utama pembelajaran abad 21 adalah pembekalan keterampilan berpikir tingkat tinggi [2], dimana salah satu bentuk keterampilan berpikir tingkat tinggi yang harus dibekalkan tersebut adalah keterampilan pemecahan masalah [3].

Banyak hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan pemecahan masalah mahasiswa masih relatif rendah [3], bahkan masih banyak kekurangan studi yang mengeksplorasi hubungan antara penalaran ilmiah, pengetahuan ilmiah, dan pemecahan masalah [4]. Akan tetapi kurangnya studi yang mengeksplorasi apakah pengetahuan ilmiah siswa/mahasiswa, konsep ilmiah terkait penalaran, dan

pemecahan masalah dapat ditingkatkan dengan berpartisipasi dalam program pemecahan masalah sepanjang semester [4]. Untuk mewujudkan program pemecahan masalah tersebut, kiranya perlu dilakukan pelacakan kemampuan awal pemecahan masalah mahasiswa dalam upaya membekalkan kemampuan pemecahan masalah fisika.

Meskipun fisika merupakan satu mata pelajaran yang sukar di sekolah lanjutan [5] [6], namun kebanyakan siswa masih dapat dengan mudah menerima pengetahuan tentang fisika, dan selalu kesulitan mengaplikasikan pengetahuannya secara fleksibel dalam memecahkan masalah [6] [7]. Pada dasarnya pembelajaran fisika adalah sama dengan mengembangkan kemampuan *Problem Solving* (pemecahan masalah), yang mana keberhasilannya dapat diukur dengan sejumlah masalah yang dipecahkan oleh siswa secara benar [5].

Sebagai keahlian penting abad 21, *problem solving* merupakan kemampuan untuk memecahkan berbagai jenis masalah yang tidak biasa dengan cara konvensional dan inovatif sehingga dapat memperjelas berbagai sudut pandang dan mengarah pada solusi yang lebih baik [7]. Dalam memecahkan masalah dunia nyata, keseluruhan proses kognitif dan aktivitas mental pasti terlibat [8], dimana cara berpikir seseorang pasti melalui siklus dengan proses berpikir yang sistematis, sistemik, generatif, dan analitis.

Secara khusus Minnesota University menerapkan indikator kemampuan *problem solving* untuk bidang fisika [9], diantaranya adalah mengorganisir informasi masalah ke dalam deskripsi yang dianggap penting (*useful description*), memilih prinsip fisika yang sesuai (*physics approach*), menerapkan prinsip fisika pada kondisi spesifik dalam masalah tersebut, dengan menggunakan langkah matematis (*mathematical procedures*) secara tepat, dan keseluruhannya disampaikan dengan pola penalaran yang terorganisir (*logical progress*). Kelima indikator diukur menggunakan rubrik penilaian dengan skala 0-5, dengan kriteria tertentu [9]. Tampak jelas adanya keterlibatan proses kognitif dalam pemecahan masalah yang dilakukan, namun aktivitas mental yang sesungguhnya terjadi dalam pemikiran mahasiswa saat pemecahan masalah tidak begitu terlihat. Aktivitas mental saat pemecahan masalah sangat erat kaitannya dengan metakognisi, sikap, dan strategi yang digunakan saat pemecahan masalah. Keterampilan metakognitif memainkan peran penting dalam sebagian besar kegiatan pemecahan masalah yang dihadapi oleh siswa di kelas sehari-hari [10].

Metakognisi adalah aktivitas kognitif yang mengambil objeknya, mengatur aspek apa pun dari setiap usaha kognitif, dan terdiri dari dua komponen metakognisi yang berbeda yaitu pengetahuan kognisi dan pengaturan/regulasi kognisi [11]. **Pengetahuan tentang kognisi** mengacu pada apa yang diketahui individu tentang kognisi mereka, terdiri atas tiga jenis pengetahuan yaitu pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kondisional. **Pengetahuan deklaratif** mengacu pada pengetahuan tentang diri sendiri sebagai pembelajar atau pemecah masalah. Sebagai contoh, seorang mahasiswa fisika mungkin mengetahui kekuatan dan kelemahannya ketika harus menyelesaikan masalah fisika. **Pengetahuan prosedural** mengacu pada pengetahuan tentang bagaimana melakukan tugas atau kegiatan. Ini termasuk pengetahuan tentang bagaimana menerapkan strategi dan prosedur. Sebagai contoh, seorang mahasiswa fisika mungkin tahu bagaimana menerapkan strategi yang efektif untuk berhasil memecahkan masalah. **Pengetahuan kondisional** mengacu pada pengetahuan tentang kapan dan mengapa menggunakan pengetahuan deklaratif dan prosedural. Ini termasuk pengetahuan tentang kapan dan mengapa memilih dan menerapkan strategi yang paling tepat untuk masalah. Sebagai contoh, seorang mahasiswa fisika mungkin tahu kapan dan mengapa menerapkan strategi tertentu untuk berhasil memecahkan masalah.

Komponen kedua metakognisi, **pengaturan/regulasi kognisi**, mengacu pada tindakan yang membantu siswa mengatur atau mengontrol pembelajaran dan pemecahan masalah mereka. Pengaturan kognisi mencakup tiga jenis regulasi meliputi perencanaan, pemantauan, dan evaluasi [11]. **Perencanaan** mengacu pada perencanaan dan penetapan tujuan sebelum melakukan suatu tugas. Sebagai contoh, seorang mahasiswa fisika dapat merencanakan bagaimana dia akan menyelesaikan suatu masalah sebelum mulai mengerjakan masalahnya. **Pemantauan/monitoring** mengacu pada penilaian berkala atas sasaran, pekerjaan, dan kinerja seseorang. Sebagai contoh, seorang mahasiswa fisika dapat secara berkala mengevaluasi pekerjaannya ketika menyelesaikan suatu masalah. **Evaluasi**



mengacu pada penilaian pekerjaan seseorang setelah selesai. Sebagai contoh, seorang mahasiswa fisika dapat melihat kembali pada masalah fisika yang dipecahkan untuk mengevaluasi prosedurnya dan jawaban akhirnya.

Selain tiga subkomponen yang umum ada dua subkomponen tambahan terkait regulasi metakognitif dalam sains, yaitu *debugging* dan manajemen informasi [11]. **Debugging** mengacu pada strategi yang digunakan untuk memperbaiki kesalahan belajar dan memecahkan masalah. Sebagai contoh, seorang siswa yang mengalami kesulitan memecahkan masalah fisika dapat mencari bantuan dari teman sebaya atau instruktur. **Manajemen informasi** mengacu pada strategi spesifik yang digunakan oleh seorang siswa untuk membantunya memecahkan masalah dengan lebih efektif. Satu contoh penting dalam fisika adalah menciptakan dan menggunakan diagram benda bebas saat memecahkan masalah fisika. Ada banyak penelitian yang menekankan pentingnya penggunaan diagram benda bebas dalam fisika untuk membantu siswa dengan benar mengatur dan menyelesaikan masalah.

Sikap dan pendekatan siswa terhadap pembelajaran dapat memiliki dampak yang signifikan pada apa yang sebenarnya siswa pelajari [12]. Menguasai pengetahuan fisika tidak hanya mengembangkan struktur pengetahuan yang kuat dari konsep-konsep fisika tetapi juga mengembangkan sikap produktif tentang pengetahuan dan pembelajaran dalam fisika. Pada intinya, tidak mungkin untuk menjadi ahli fisika sejati tanpa evolusi sikap ahli yang sama tentang pengetahuan dan pembelajaran dalam fisika. Jika siswa berpikir bahwa fisika adalah kumpulan fakta dan rumus yang terputus daripada melihat struktur koheren pengetahuan dalam fisika, mereka tidak akan melihat kebutuhan untuk mengatur pengetahuan mereka secara hierarkis. Demikian pula, jika siswa percaya bahwa hanya beberapa orang pintar dapat melakukan fisika, guru adalah otoritas dan tugas siswa dalam mata pelajaran fisika adalah mencatat, menghafal konten dan mereproduksi pada ujian dan kemudian melupakannya, mereka tidak mungkin membuat upaya untuk mensintesis dan menganalisis apa yang diajarkan, mengajukan pertanyaan tentang bagaimana konsep bersama atau bagaimana mereka dapat memperluas pengetahuan mereka di luar apa yang diajarkan. Demikian pula, jika siswa percaya bahwa jika mereka tidak dapat memecahkan masalah dalam waktu 10 menit, mereka harus menyerah, mereka tidak mungkin untuk bertahan dan berusaha mengeksplorasi strategi untuk memecahkan masalah yang menantang. Sikap dan pendekatan siswa terhadap pemecahan masalah dalam fisika dapat sangat mempengaruhi motivasi mereka untuk belajar dan mengembangkan keahliannya [12].

Dengan demikian identifikasi kemampuan pemecahan masalah akan ditinjau dari seberapa jauh capaian indikator pemecahan masalah mahasiswa menurut rubrik Minnesota, dan analisis dilanjutkan dengan aktivitas mental saat pemecahan masalah terkait kemampuan metakognisi, sikap dan strategi mahasiswa dalam proses pemecahan masalah.

## 2. Metode

Penelitian *pre-elementary survey* ini dikenakan pada salah satu dari tiga kelas prodi pendidikan Fisika, yang terdiri dari 34 mahasiswa angkatan 2017. Penelitian dilakukan pada mata kuliah Fisika Dasar II semester genap 2017/2018 untuk materi optik dan fisika modern. Tes kemampuan pemecahan masalah diberikan sebanyak 2 kali. Tes pertama tentang materi optik geometri dan tes kedua materi optik fisis dan fisika modern. Analisis kedua tes dilakukan untuk melihat ketercapaian indikator pemecahan masalah dengan menggunakan rubrik pemecahan masalah Minnesota [9]. Data kemampuan metakognisi diperoleh dari instrumen *Physics Metacognitive Inventory* (PMI), sedangkan data sikap dan strategi mahasiswa diperoleh dari instrumen *Attitudes and Approaches to Problem Solving* (AAPS). Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif.

PMI merupakan instrumen untuk mengukur kemampuan metakognisi fisika dari mahasiswa, yang telah dikembangkan oleh Taasobshirazi dan Farley [11], yang diadopsi dan diadaptasikan kemudian dikemas secara online untuk memudahkan pengambilan data penelitian. Demikian juga dengan instrumen AAPS yang berfungsi mengukur sikap dan pendekatan/strategi mahasiswa ketika memecahkan masalah fisika, diadopsi dan diadaptasi dari Mason dan Singh [12], juga dikemas secara

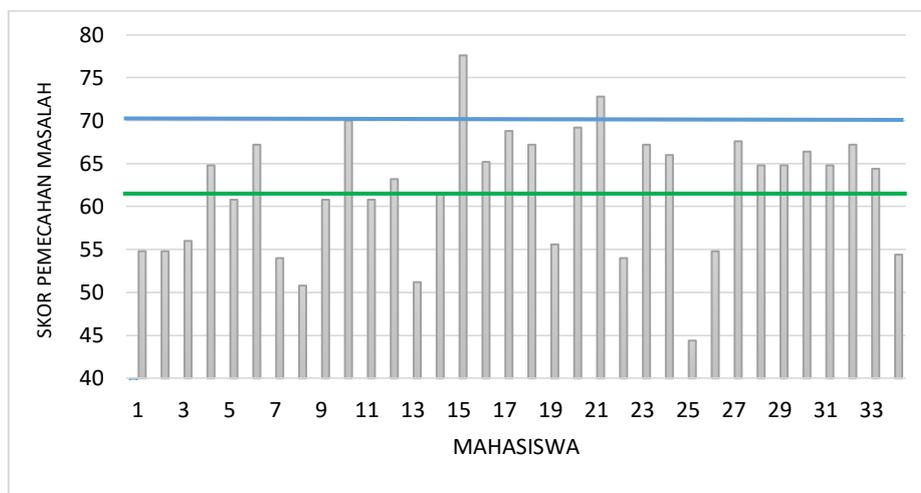
online berbasis aplikasi android. Instrumen tersebut terdiri 33 butir pernyataan yang meliputi 9 deskripsi tujuan seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Deskripsi pernyataan pada instrumen AAPS.

Kode	Deskripsi
A	Metakognisi dan kesenangan/kenikmatan dalam pemecahan masalah fisika
B	Utilitas gambar, diagram atau goresan kertas kerja dalam pemecahan masalah fisika
C	Persepsi pendekatan pemecahan masalah
D	Perbedaan umum ahli-pemula dalam pemecahan masalah fisika
E	Kesulitan dalam memecahkan masalah secara simbolis
F	Kepercayaan diri dalam pemecahan masalah
G	Memecahkan masalah yang berbeda menggunakan prinsip yang sama
H	<i>Sense-making</i>
I	Kecanggihan Pemecahan masalah

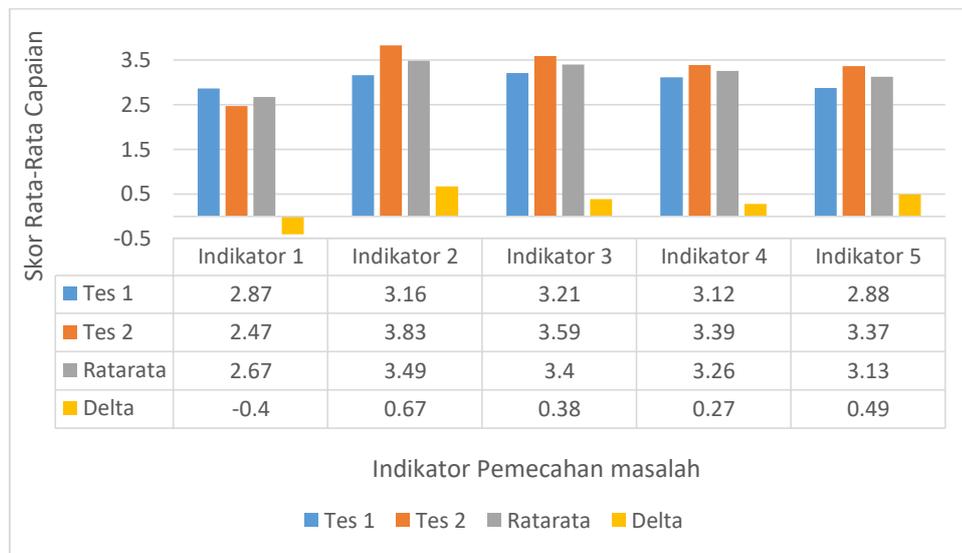
### 3. Hasil dan Pembahasan

Data kemampuan memecahkan masalah mahasiswa prodi pendidikan fisika dianalisis menggunakan rubrik pemecahan masalah Minnesota, kemudian dilakukan analisis tiap butir indikator pemecahan masalah. Berdasarkan hasil analisis tiap butir ditemukan tingkat pencapaian kemampuan pemecahan masalah. Skor yang diperoleh seluruhnya dikonversi dalam kemampuan pemecahan masalah. Berikut hasil analisis yang diperoleh.



**Gambar 1.** Kemampuan pemecahan masalah mahasiswa (garis vertikal hijau adalah skor rata-rata kelas dan garis vertikal biru adalah skor ketuntasan minimal).

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa skor rata-rata kelas (62) masih di bawah skor ketuntasan minimal yang ditentukan prodi (70). Apabila mengacu skor ketuntasan, maka hanya ada 3 (7%) mahasiswa yang mencapai kompetensi pemecahan masalah. Namun jika mengacu pada skor rata-rata kelas, masih terdapat 14 (41%) mahasiswa yang memiliki skor di bawah skor rata-rata, dengan beda skor sangat jauh dengan skor rata-rata jika dibandingkan dengan skor mahasiswa yang di atas rata-rata. Untuk penelusuran kemampuan pemecahan masalah lebih lanjut, berikut hasil analisis capaian indikator pemecahan masalah yang telah dilakukan beserta deskripsinya.



**Gambar 2.** Skor capaian indikator pemecahan masalah.

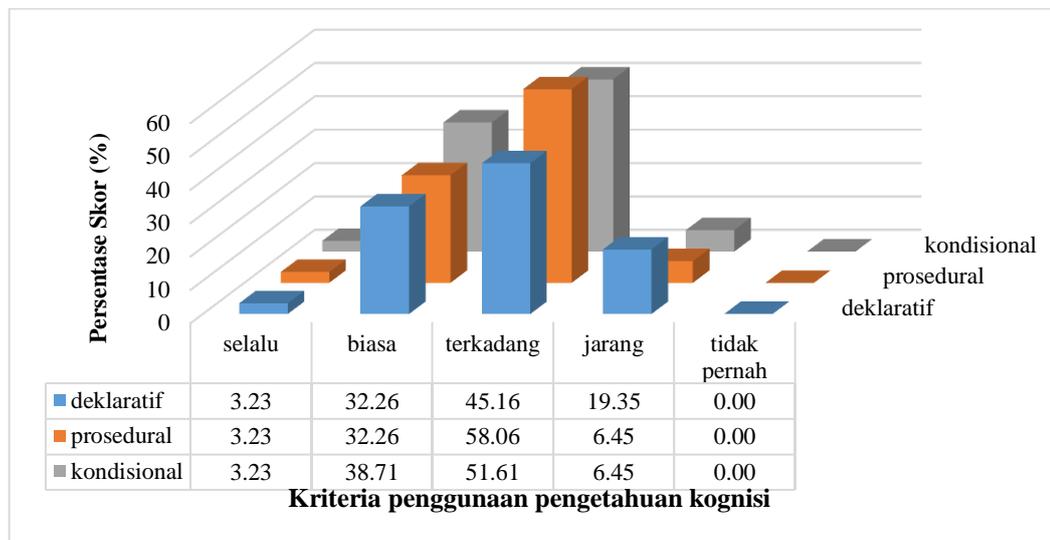
Berdasarkan Gambar 2, maka kriteria capaian indikator pemecahan masalah menurut rubrik Minnesota, dapat dimaknai seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Deskripsi capaian indikator pemecahan masalah.

Indikator	Makna
1. Deskripsi yang Dianggap Berguna	Bagian deskripsi tidak berguna, hilang, dan/atau berisi kesalahan
2. Pendekatan Fisika	Beberapa konsep dan prinsip pendekatan fisika hilang dan/atau tidak tepat
3. Aplikasi Fisika yang Spesifik	Bagian dari aplikasi fisika tertentu hilang dan/atau mengandung kesalahan
4. Prosedur Matematika	Bagian dari prosedur matematika hilang dan/atau mengandung kesalahan
5. Perkembangan Berlogika	Bagian dari solusi tidak jelas, tidak fokus, dan/atau tidak konsisten

Berdasarkan capaian tiap indikator seperti yang tercantum pada Gambar 2 dan Tabel 2, kemampuan pemecahan masalah fisika mahasiswa prodi pendidikan fisika masih tergolong rendah, karena skor rata-rata tiap indikator yang dicapai berada pada kisaran angka 3 dari rentang 5 kriteria rubrik yang diterapkan. Perbedaan maksimum capaian indikator sebesar 0,67 untuk indikator 2, dan belum mampu mengubah makna capaian indikator. Makna capaian indikator pemecahan masalah perlu ditingkatkan lebih intensif dan cermat dalam menerapkan intervensi pembelajaran agar kompetensi pemecahan masalah dapat tercapai.

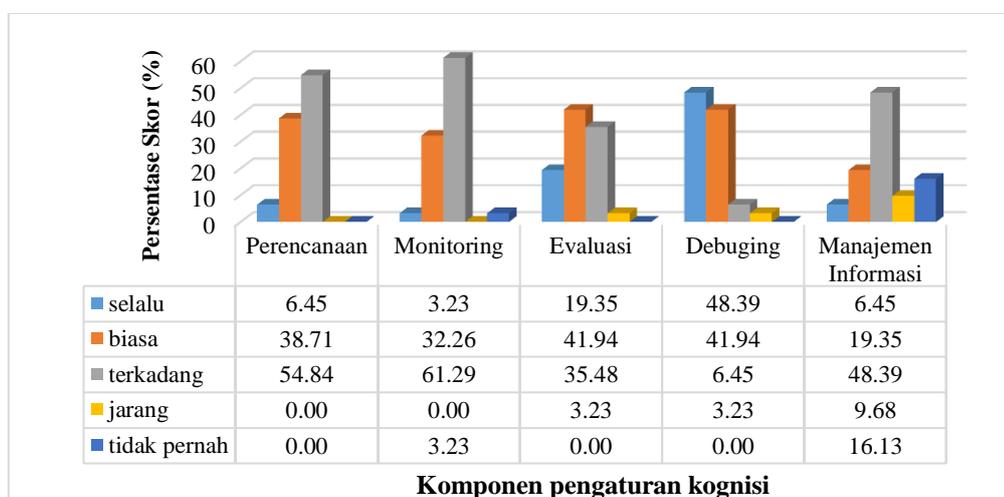
Kemampuan pemecahan masalah yang diukur dari hasil tes seperti disajikan di atas, dapat diklarifikasikan dengan data angket metakognisi fisika (PMI) yang diisi mahasiswa setelah tes dilakukan. Gambar 3 menyajikan hasil analisis data kemampuan metakognisi mahasiswa dari instrumen PMI.



**Gambar 3.** Penggunaan pengetahuan kognisi mahasiswa.

Berdasarkan Gambar 3 tampak bahwa sekitar 50% mahasiswa ‘terkadang’ menerapkan pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kondisionalnya dalam pemecahan masalah. Sekitar 35% mahasiswa ‘biasa’ menggunakan ketiga pengetahuan tersebut, dan hanya 3% yang ‘selalu’ menggunakannya. Namun masih ada pula yang jarang menggunakan ketiga pengetahuan tersebut. Tidak ada mahasiswa yang menyatakan tidak pernah menggunakan metakognitif. Ratio penggunaan ketiga pengetahuan metakognisi tersebut oleh mahasiswa hampir tidak jauh berbeda, meskipun untuk kategori ‘terkadang menerapkan’ pengetahuan prosedural berada pada tingkat tertinggi, yang kemudian diikuti oleh pengetahuan kondisional dan deklaratif. Bagi mahasiswa yang ‘biasa’ menerapkan metakognitif, cenderung mendahulukan pengetahuan kondisional baru pengetahuan prosedural dan deklaratif. Penerapan pengetahuan metakognisi dalam fisika cenderung belum biasa dilakukan mahasiswa, masih sekitar 65% dari subyek yang diteliti belum terbiasa apalagi sering menerapkan pengetahuan metakognisi, meskipun tidak ada dari mereka yang tidak menggunakan pengetahuan metakognisi.

Dalam penggunaan kemampuan metakognitif, selain aspek pengetahuan, aspek regulasi diri atau pengaturan juga terlibat di dalamnya. Berikut hasil analisis data pengaturan kognisi mahasiswa.



**Gambar 4.** Kemampuan pengaturan kognisi mahasiswa.

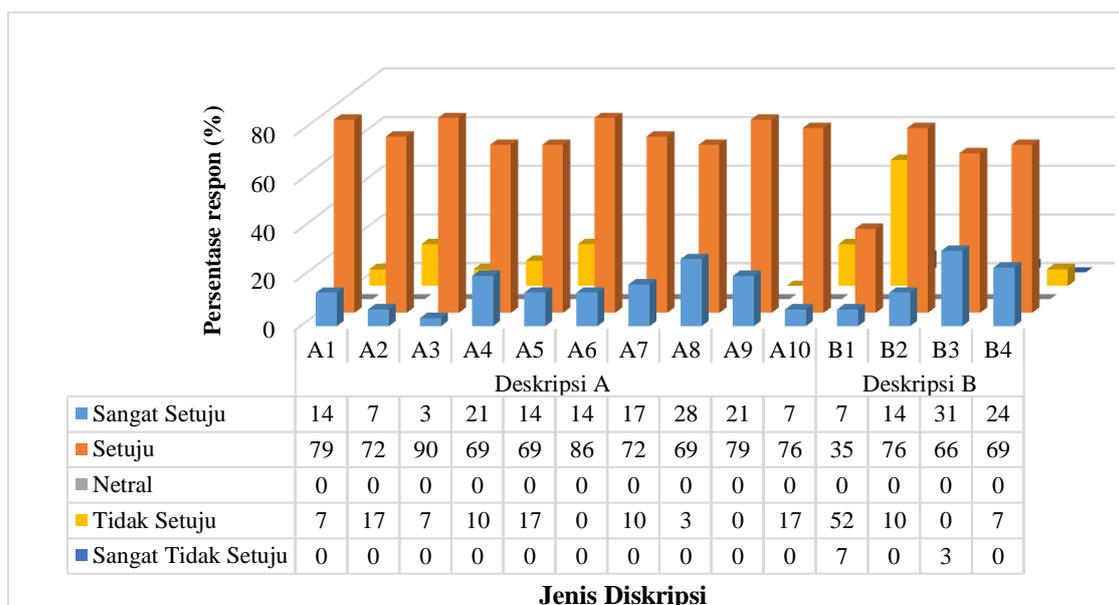
Kemampuan pengaturan kognisi mahasiswa berdasarkan Gambar 4 sangat variatif. Hampir semua mahasiswa menerapkan semua komponen pengaturan kognisi mulai dari kategori ‘jarang’ hingga ‘selalu’ menerapkan. Hanya sekitar 16% mahasiswa yang tidak pernah menerapkan manajemen informasi dan 3% yang tidak pernah menerapkan monitoring.

Untuk kriteria ‘jarang’ menerapkan regulasi kognitif, sekitar 3% menerapkan evaluasi dan debugging, sedangkan 9,6% menerapkan manajemen informasi. Bagi mahasiswa yang ‘selalu’ menerapkan pengaturan metakognisi, mayoritas mengedepankan aspek *debuging* (48%) yaitu selalu memperbaiki, merevisi, dan mengubah pengetahuan, strategi, maupun teknik pemecahan masalahnya [11], dan penerapan terendah ada pada aspek monitoring (3%). Rendahnya aspek monitoring ini dapat mempengaruhi manajemen informasi dan perencanaan yang telah dibuat dan jelas mempengaruhi hasil *debugingnya*, yang pada akhirnya hasil pemecahan masalah menjadi kurang baik.

Untuk kategori ‘biasa’ melakukan pengaturan kognisi, seluruh komponen mencapai kisaran 40% kecuali manajemen informasi yang paling rendah sekitar 19%. Manajemen informasi adalah strategi spesifik yang digunakan oleh seorang siswa untuk membantunya memecahkan masalah dengan lebih efektif [11]. Untuk kategori ‘terkadang’, sekitar 35% hingga 61% mahasiswa menggunakan semua komponen pengaturan kognitif, kecuali komponen *debuging* hanya sekitar 6%. Artinya pada kategori ini banyak mahasiswa menggunakan semua komponen pengaturan kognisi, kecuali *debuging* yang relatif sedikit.

Bisa disimpulkan bahwa dalam memecahkan masalah fisika, mahasiswa sudah menerapkan semua komponen pengaturan kognisi mulai perencanaan, monitoring, evaluasi, debugging, dan manajemen informasi, meski dengan kriteria jarang, terkadang, biasa, dan selalu. Urutan kriteria penggunaan pengaturan kognisi dari mulai mayoritas hingga minoritas adalah terkadang, biasa, selalu, dan jarang menggunakan pengaturan kognisi. Hampir 55% mahasiswa belum biasa menerapkan perencanaan, 61% mahasiswa belum biasa menerapkan monitoring, 35% mahasiswa belum biasa melakukan evaluasi, 48% mahasiswa belum biasa menerapkan manajemen informasi, dan hanya 6% mahasiswa yang belum biasa menerapkan *debuging*.

Data penggunaan metakognisi oleh mahasiswa dalam menyelesaikan masalah fisika disandingkan dengan respon siswa terkait sikap dan pendekatan yang digunakannya dalam pemecahan masalah. Berikut disajikan data respon siswa yang dijaring melalui instrumen AAPS.

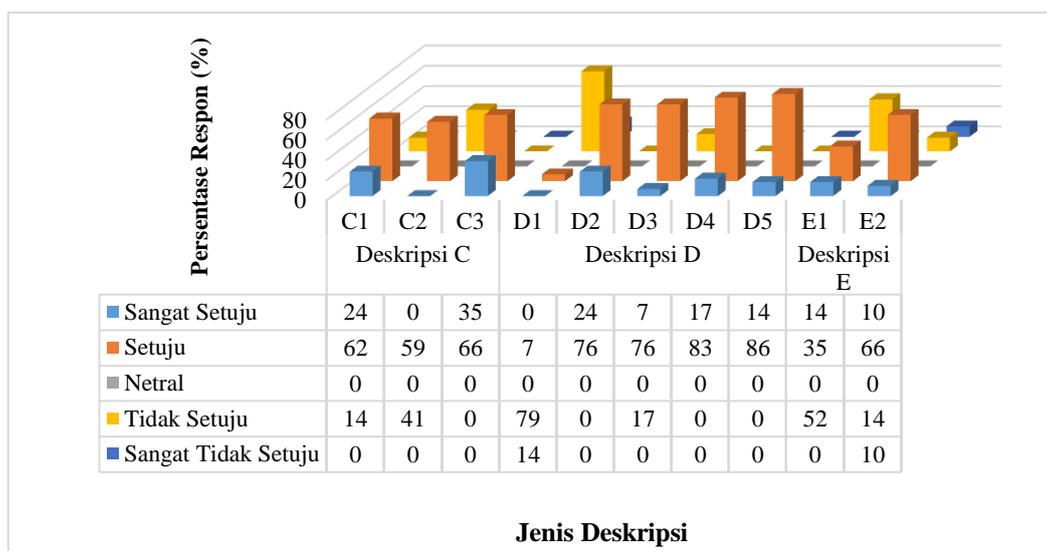


**Gambar 5.** Persentase respon mahasiswa terhadap Deskripsi A dan Deskripsi B pemecahan masalah.

Gambar 5 menunjukkan respon mahasiswa terhadap metakognitif dan kenikmatannya dalam menyelesaikan permasalahan fisika (Deskripsi A) dan kemanfaatan gambar, diagram atau kertas kerja dari pemecahan masalah (Deskripsi B) (penjabaran deskripsi secara garis besar pada lampiran. Semua responden sepakat pada 3 option yang disediakan, yaitu ‘sangat setuju’, ‘setuju’, dan tidak setuju, dengan suara mayoritas pada pernyataan ‘setuju’, kecuali deskripsi B1 tentang kebiasaan menggambar atau membuat diagram meski tidak ada poin penilaiannya. Ini menunjukkan bahwa mahasiswa cenderung masih mengharapkan apresiasi atas kinerjanya. Persetujuan mereka diantaranya pada hal-hal berikut: a)meluangkan banyak waktu memikirkan cara yang lebih masuk akal, b)memikirkan kesalahan cara penyelesaian masalah dan melacak kembali solusi untuk melihat letak kesalahan, c)selalu memastikan belajar dari kesalahan dan tidak mengulangi kesalahan cara memecahkan masalah, d)selalu memikirkan secara eksplisit konsep-konsep yang mendasari masalah, e)memikirkan arti setiap persamaan, kesesuaian dengan situasi masalah (terutama yang belum pernah dihadapi), f)selalu mengidentifikasi prinsip-prinsip fisika yang terkait sebelum mencari persamaan yang sesuai, g)biasa membuat gambaran awal permasalahan ketika menjawab soal dan cenderung menggambar/membuat diagram saat menjawab pertanyaan karena lebih mudah mendeskripsikan masalah, dan h)dapat menerapkan prinsip yang sama dalam situasi lain, setelah memecahkan beberapa masalah.

Secara garis besar mahasiswa secara individu sadar dan menyadari bahwa menyelesaikan masalah fisika perlu pemikiran terstruktur yang melibatkan identifikasi, perencanaan, penerapan, dan evaluasi, yang kesemuanya menghabiskan waktu yang cukup lama. Dengan melakukan pengecekan kembali solusi, prosedur, dan kesalahan yang dibuat serta kecenderungannya mendeskripsikan masalah dalam bentuk gambar/diagram, serta berlatih menerapkan dalam situasi yang sama atau yang lain, sangat membantu kemampuan pemecahan masalahnya. Namun kebiasaan mendeskripsikan masalah dalam bentuk gambar/diagram belum menjadi hal utama apabila tidak diberi skor, meskipun disadari bahwa hal tersebut sangat membantu pemecahan masalah.

Untuk Deskripsi C tentang persepsi pendekatan pemecahan masalah, Deskripsi D tentang perbedaan umum ahli-pemula dalam pemecahan masalah fisika, dan Deskripsi E tentang kesulitan dalam memecahkan masalah secara simbolis, disajikan dalam Gambar 6 seperti di bawah.



**Gambar 6.** Persentase respon mahasiswa terhadap Deskripsi C, Deskripsi D, dan Deskripsi E pemecahan masalah



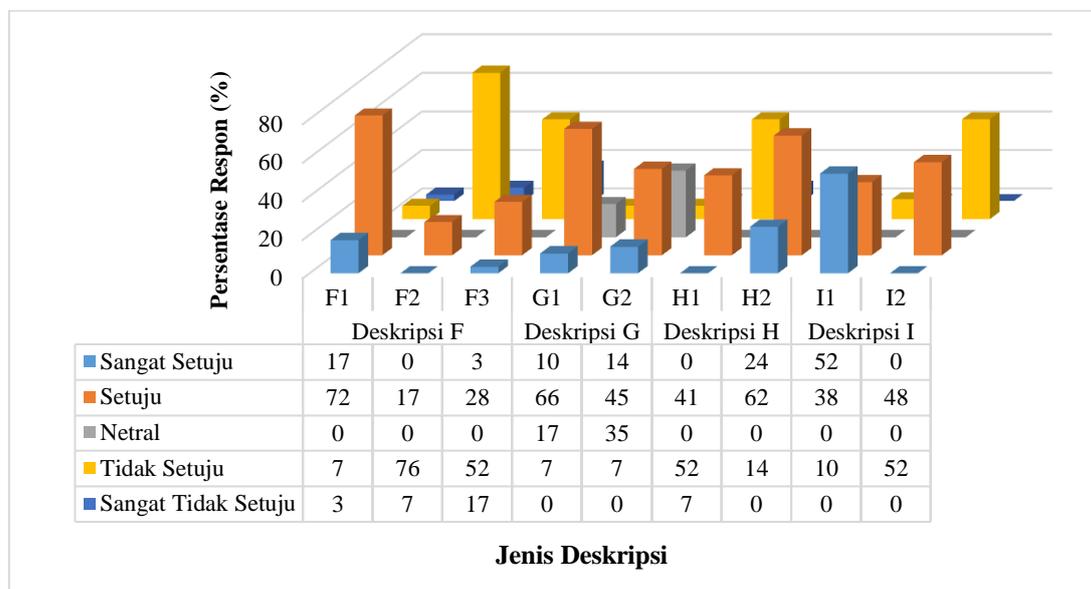
Berdasarkan Gambar 6 terlihat bahwa mayoritas semua deskripsi menyatakan setuju dengan pernyataan yang diberikan yaitu: a) pemecahan masalah adalah memadukan masalah dengan persamaan yang benar lalu mengganti nilai untuk mendapatkan jawaban, b) fisika melibatkan banyak persamaan yang masing-masing berlaku untuk situasi tertentu, c) mencoba cara yang berbeda jika satu cara tidak berhasil, d) setelah memecahkan beberapa masalah fisika di mana prinsip yang sama diterapkan dalam konteks yang berbeda, baru bisa menerapkan prinsip yang sama dalam situasi lain, e) ketika mengalami kesulitan menyelesaikan masalah fisika, ingin memikirkan masalah dengan teman sebaya, f) jika jawaban soal fisika tidak masuk akal, melacak kembali solusi dimana letak kesalahannya, g) menyelesaikan masalah fisika dengan simbol jauh lebih sulit daripada dengan jawaban numerik.

Persetujuan tersebut menyiratkan bahwa dalam memecahkan masalah mahasiswa menyadari akan kesulitannya saat menentukan persamaan yang sesuai dengan situasi permasalahan karena banyak persamaan fisika yang belum dipahami benar konsep dasarnya dan penggunaan simbol yang diakui menyulitkan proses pemecahan masalah. Mahasiswa cenderung lebih suka menyelesaikan secara numerik permasalahan fisika dan sangat menyakini bahwa penyelesaian masalah fisika adalah sekedar memilih persamaan yang benar lalu menerapkan hitungan matematika. Pemakaian fisis dari fenomena permasalahan yang diberikan sulit dikenali dan tidak membantu proses solusi yang benar. Ditambah masih adanya ketergantungan pada teman sebaya untuk membantu menyelesaikan masalah yang tidak mampu diatasinya meski dia selalu berupaya mencoba cara baru untuk menyelesaikan masalah tersebut. Hal ini mengimplikasikan bahwa masih perlu kegiatan belajar kooperatif bagi mahasiswa dalam melatih kemampuan pemecahan masalah fisika dan membiasakan menerapkan pemecahan masalah secara simbolik yang melibatkan konsep-konsep dasar yang dikuasainya dengan baik agar lebih memahami aplikasi konsep/prinsip/teori fisika dan mudah mengidentifikasi serta menganalisis masalah baik untuk konteks yang baru maupun untuk situasi baru yang ditemuinya.

Hanya ada satu pernyataan tidak setuju yang diberikan mahasiswa yaitu pada deskripsi D1 tentang secara umum hanya ada satu cara yang benar untuk memecahkan masalah tertentu dalam fisika. Ini berarti mahasiswa menyadari benar bahwa banyak cara untuk menyelesaikan masalah fisika, dan hal itu sangat sejalan dengan deskripsi sebelumnya bahwa mereka berupaya mencoba cara baru jika tidak berhasil memperoleh jawabannya atau jika solusinya tidak masuk akal.

Pernyataan ambigu muncul pada 2 deskripsi yaitu secara rutin menggunakan persamaan untuk menghitung jawaban numerik meskipun sebenarnya antara soal dan jawaban tidak masuk akal (C2) dan lebih suka memecahkan masalah secara simbolis lebih dahulu dan hanya memasang angka di bagian akhir saat memecahkan masalah fisika dengan jawaban numerik (E1). Proporsi respon mahasiswa antara setuju dan tidak setuju hampir 70%, dimana Deskripsi C2 cenderung setuju sementara Deskripsi E1 cenderung tidak setuju. Keduanya mengisyaratkan bahwa dalam memecahkan masalah fisika mahasiswa suka dan rutin menggunakan persamaan fisika yang langsung melibatkan angka untuk mendapatkan jawaban atau solusi permasalahan, meski solusinya tidak masuk akal. Penyelesaian masalah secara simbolik dan memasukkan angka hanya di akhir tahap penyelesaian tidak disukai, meski hasilnya masuk akal. Implikasi keduanya menunjukkan bahwa penguasaan mahasiswa terhadap konsep fisika sangat lemah terutama dalam menghubungkan konsep satu dengan lainnya. Ini terlihat dari keengganan mereka menggunakan penyelesaian secara simbolik dalam pemecahan masalah. Penyelesaian masalah secara simbolik berarti menghubungkan/mengkaitkan persamaan satu dengan lainnya untuk beberapa tahap/prosedur sesuai konteks dan situasi masalah yang diberikan. Dalam pembelajaran fisika ke depan, perlu pemantapan pada pemecahan masalah secara simbolik dalam melatih penalaran mahasiswa agar pemecahan masalah dan jawaban benar, masuk akal, dan mahasiswa menjadi sadar, menerima, dan membiasakan prosedur tersebut.

Berikut ini disajikan hasil analisis data Deskripsi F tentang kepercayaan diri dalam pemecahan masalah, Deskripsi G tentang memecahkan masalah yang berbeda menggunakan prinsip yang sama, Deskripsi H tentang sense-making, dan kecanggihan pemecahan masalah.



**Gambar 7.** Persentase respon mahasiswa terhadap Deskripsi F, Deskripsi G, Deskripsi H, dan Deskripsi I pemecahan masalah.

Gambar 7 menunjukkan bahwa modus respon mahasiswa terhadap deskripsi yang diberikan merujuk pada pernyataan setuju dan tidak setuju meskipun ada yang netral atau tidak tahu dan ambigu. Pernyataan setuju mereka berikan terkait pada: a) meminta bantuan pada guru/TA/orang lain untuk menyelesaikan masalah jika tidak yakin pada cara yang digunakan, b) memecahkan masalah yang berbeda menggunakan prinsip yang sama, c) menguasai matematika adalah bagian terpenting dari proses memecahkan masalah dalam fisika, karena pemecahan masalah adalah memadukan masalah dengan persamaan yang benar dan mengganti nilai untuk mendapatkan jawaban. Persetujuan mahasiswa tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa percaya dan yakin bahwa matematika adalah paling penting dalam pemecahan masalah fisika, sehingga jawaban masalah pastilah numerik dan semua masalah dapat diselesaikan dengan prinsip yang sama meski masalah tersebut berbeda, dan jika cara menyelesaikan masalah diragukan maka bantuan orang lain sangat diperlukan.

Pernyataan tidak setuju diberikan terkait: a) menyerah untuk menyelesaikan soal, jika tidak bisa memecahkan masalah fisika dalam 10 menit, dan b) saat memecahkan masalah dalam fisika, sering tahu kapan pekerjaan/jawaban itu salah, bahkan tanpa melihat jawaban kunci atau diskusi dengan orang lain. Ini menunjukkan bahwa mahasiswa tidak mudah patah semangat untuk mencoba, namun kurang tanggap/peka pada keberhasilan yang dicapainya.

Pernyataan ambigu antara setuju dan tidak setuju (proporsi respon 80-90%) muncul pada deskripsi: a) saat menjawab pertanyaan konsep fisika, kebanyakan menggunakan perasaan dan tanpa menalar daripada menggunakan prinsip fisika yang biasanya untuk memecahkan masalah hitungan (kuantitatif), dan b) menggunakan cara yang sama untuk memecahkan semua masalah yang melibatkan hukum kekekalan energi meskipun situasi fisis yang diberikan dalam masalah sangat berbeda. Ini menunjukkan bahwa masih banyak mahasiswa yang menggunakan perasaan tanpa menalar saat memecahkan masalah fisika dan menerapkan cara yang sama meski situasi fisis masalah berbeda.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa kemampuan pemecahan masalah mahasiswa prodi pendidikan fisika masih relatif rendah yang ditunjukkan oleh skor rata-rata kelas di bawah nilai KKM dan 41% mahasiswa berada di bawah skor rata-rata kelas. Indikator pemecahan masalah tercapai pada kriteria 3 rubrik pemecahan masalah Minnesota yang mengandung makna: a) bagian deskripsi tidak



berguna, hilang atau berisi kesalahan, b) beberapa konsep dan prinsip pendekatan fisika, bagian dari aplikasi fisika tertentu, dan bagian dari prosedur matematika hilang dan/atau mengandung kesalahan, dan c) bagian dari solusi tidak jelas, tidak fokus, dan/atau tidak konsisten.

Terkait penerapan pengetahuan metakognisi dalam fisika, mahasiswa telah menggunakannya dalam pemecahan masalah, namun 65% dari responden cenderung belum biasa melakukannya. Dalam memecahkan masalah fisika, semua komponen pengaturan kognisi mulai perencanaan, monitoring, evaluasi, *debugging*, dan manajemen informasi, sudah diterapkan meski dengan kriteria jarang, terkadang, biasa, dan selalu.

Terkait sikap dan strategi pemecahan masalah, sebagai individu mahasiswa sadar dan menyadari bahwa menyelesaikan masalah fisika perlu pemikiran terstruktur yang melibatkan identifikasi, perencanaan, penerapan, dan evaluasi, yang kesemuanya menghabiskan waktu yang cukup lama. Beberapa hal yang ditemukan dan perlu dicermati adalah:

- a. Kebiasaan mendeskripsikan masalah dalam bentuk gambar/diagram belum menjadi hal utama meskipun sangat disadari bahwa hal tersebut sangat membantu pemecahan masalah.
- b. Mahasiswa cenderung lebih suka menyelesaikan permasalahan fisika secara numerik dan sangat yakin bahwa penyelesaian masalah fisika adalah sekedar memilih persamaan yang benar lalu menerapkan hitungan matematika.
- c. Pemaknaan fisis dari fenomena permasalahan yang diberikan sulit dikenali dan tidak membantu proses solusi yang benar.
- d. Masih adanya ketergantungan pada teman sebaya untuk membantu menyelesaikan masalah yang tidak mampu diatasinya.
- e. Memecahkan masalah yang berbeda menggunakan prinsip yang sama,
- f. Menguasai matematika adalah bagian terpenting dari proses memecahkan masalah dalam fisika
- g. Penyelesaian masalah secara simbolik dan memasukkan angka hanya di akhir tahap penyelesaian tidak disukai, meski hasilnya masuk akal.
- h. Saat menjawab pertanyaan konsep fisika, kebanyakan menggunakan perasaan dan tanpa menalar daripada menggunakan prinsip fisika yang biasanya untuk memecahkan masalah hitungan (kuantitatif)

## Referensi

- [1] Zuza K, Garmendia K, Barragues J-I dan Gusaisola 2016 *J Eur. J. Phys.* **37 (5)** 055703
- [2] Binkley M, Erstad O, Herman J, Raizen S, Ripley M, Miller-Ricci M dan Rumble M 2012 *Defining Twenty-First Century Skills Assessment and Teaching of 21st Century Skills* eds Griffin P, McGaw B dan Care E (Dordrecht: Springer) pp 17-66
- [3] Sutarno, Setiawan A, Suhandi A, Kaniawati I dan Putri D H 2017 *J. Pendidik. Fis. Teknol.* **3 (2)** 164
- [4] Cheng S-C, She H-C dan Huang L-Y 2018 *Eurasia J. Math. Sci. T.* **14 (3)** 731
- [5] Bascones J, Novak V dan Novak J D 1985 *Eur. J. Sci. Edu.* **7 (3)** 253
- [6] Warimun ES 2012 *Exacta* **10 (2)** 111
- [7] Jonassen D H 2011 *Learning to Solve Problems: A Handbook for Designing Problem-Solving Learning Environments* (New York: Routledge)
- [8] Tan O-S 2003 *Problem-Based Learning Innovation: Using Problems to Power Learning in the 21st Century* (Singapura: Cengage Learning)
- [9] Docktor J L, Dornfeld J, Frodermann E, Heller K, Hsu L, Jackson K A, Mason A, Ryan Q X dan Yang J 2016 *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* **12 (1)** 010130
- [10] Boyle J R, Rosen S N dan Forchelli G 2016 *Educ.* **44 (2)** 161
- [11] Taasobshirazi G dan Farley J 2013 *Int. J. Sci. Educ.* **35 (3)** 447
- [12] Mason A J dan Singh C 2016 *Eur. J. Phys.* **78 (7)** 760