



**PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN MATA KULIAH MEKANIKA
BERBASIS *COMPLEX PROBLEM SOLVING***

***DEVELOPMENT OF ASSESSMENT INSTRUMENTS FOR MECHANICAL COURSES
BASED ON COMPLEX PROBLEM SOLVING***

Eko Juliyanto^{a)}, Eli trisnowati^{b)}

Pendidikan IPA, FKIP, Universitas Tidar, Jl. Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Jawa Tengah
e-mail: ^{a)}ekojuliyanto@untidar.ac.id, ^{b)}elitrisnowati@untidar.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen penilaian mata kuliah mekanika berbasis CPS. Jenis penelitian ini adalah penelitian RnD. Model ADDIE dipilih sebagai model pengembangan pada penelitian ini karena fleksibel. Tahapan model ADDIE adalah Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Analisis data dilakukan dengan cara menguji validitas dan reliabilitas instrumen tes yang dikembangkan. Uji validitas dilakukan dengan menggunakan teori uji validitas item. Pada penelitian ini, uji validitas item dianalisis dengan korelasi Bivariate Pearson (Produk Momen Pearson) menggunakan SPSS. Uji reliabilitas dianalisis dengan pendekatan respon item (Item Respon Theory/IRT). Berdasarkan hasil uji ahli, diperoleh hasil bahwa item soal no 1 dan 3 memiliki kategori validitas isi tinggi, sedangkan soal no 2 memiliki kategori validitas isi sedang. Reliabilitas responden memiliki nilai 0.00 yang berarti bahwa responden yang terlibat pada uji coba ini tidak reliabel. Nilai reliabilitas untuk item soal sebesar 0.67 yang berkategori reliabilitas sedang. Nilai CronBach Alpha (KR20) memiliki nilai 0.17. Hal ini menunjukkan soal yang dibuat reliabel, namun tidak cocok digunakan pada responden. Berdasarkan data yang disajikan pada table item fit order, dapat disimpulkan bahwa ketiga paket item soal yang dikembangkan bersifat valid.

Kata Kunci: instrumen penilaian, mekanika, *complex problem solving*

ABSTRACT

This study aims to develop an assessment instrument for mechanics courses based on Complex Problem Solution (CPS). This type of research was Research and Development. The ADDIE model was chosen as the development model in this study because it is flexible. The stages of the ADDIE model are Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. Data analysis was carried out by testing the validity and reliability of the developed test instrument. Validity test was done by using item validity test theory. In this study, the item validity test was analyzed by Bivariate Pearson correlation (Pearson Moment Product) using SPSS. The reliability test was analyzed using the item response approach (Item Response Theory/IRT). Based on the results of the expert test, it was found that item number 1 and 3 had a high content validity category, while item number 2 had a medium content validity category. The reliability of the respondents has a value of 0.00 which means that the respondents involved in this trial are not reliable. The reliability value for the item item is 0.67 which is categorized as moderate reliability. The CronBach Alpha (KR20) value has a value of 0.17. This shows that the questions are made reliable, but are not suitable for use on respondents. Based on the data presented in the item fit order table, it can be concluded that the three item packages developed are valid.

Keyword: assessment instrument, mechanics, *complex problem solving*

PENDAHULUAN

Dunia baru saja memasuki era revolusi industri 4.0 dimana umat manusia dimudahkan dengan adanya sistem jaringan yang terkoneksi internet. Jarak dan waktu tidak lagi menjadi permasalahan seseorang untuk berinteraksi. Revolusi industri 4.0 pertama kali diperkenalkan oleh sekelompok pebisnis Jerman pada tahun 2011 yang berusaha meningkatkan daya saing industri melalui integrasi *cyber physical* sistem ke dalam sistem produksi (Kagermann, Lukas, & Wahlster, 2011).

Salah satu ciri dari revolusi industri 4.0 adalah ambiguitas yang tinggi (Leinweber, 2013; Heckleu, Galeitzke, Flachs, & Kohl, 2016; Fitsilis, Tsoutsas, & Gerogiannis, 2018). Hal ini menyebabkan manusia menghadapi permasalahan yang kompleks pada abad 21 ini yang sesuai dengan hasil *World Economic Forum* (2016) yang memaparkan bahwa kemampuan teratas dari 10 kemampuan yang paling dibutuhkan pada tahun 2020 adalah kemampuan pemecahan masalah kompleks (*Complex Problem Solving*).

Kemampuan *Complex Problem Solving* (CPS) memiliki peran dalam kesuksesan seseorang di lingkungan kerja, lingkungan masyarakat dan lingkungan keluarga. *Complex Problem Solving* juga dibutuhkan seorang individu agar dapat berpartisipasi aktif dalam kehidupan bermasyarakat pada masa sekarang ini dan masa depan (Eichmann, 2019). Globalisasi dan digitalisasi sebagai dampak revolusi industri 4.0 yang menyebabkan orang-orang dikelilingi lingkungan yang semakin kompleks dan menuntut banyak masalah untuk diselesaikan dalam kehidupan pribadi maupun di tempat kerja (Fischer, Greiff, & Funke, 2012).

Sebagai agen perubahan, mahasiswa perlu dibekali kemampuan CPS, baik di dalam perkuliahan maupun di luar perkuliahan. Usaha untuk meningkatkan kemampuan CPS melalui pembelajaran sudah banyak dilakukan (Lai & Hwang, 2014; Öllinger, Hammon, von Grundherr, & Funke, 2015; Greiff, Wüstenberg, Goetz,

Vainikainen, Hautamäki, & Bornstein, 2015). Namun demikian, penelitian yang diketahui mengembangkan instrumen pengukuran kemampuan CPS yang melibatkan konten materi masih sedikit. Penelitian yang dilakukan oleh Scherer, Meßinger-Koppelt, dan Tiemann, (2014) merupakan salah satu penelitian yang mengembangkan instrumen pengukuran kemampuan CPS yang melibatkan konten materi dalam bidang kimia. Instrumen pengukuran kemampuan CPS yang melibatkan konten materi diperlukan agar upaya untuk menumbuhkan kemampuan CPS benar-benar terintegrasi dengan pelaksanaan perkuliahan.

Bahan kajian pada mata kuliah mekanika banyak yang bersinggungan dengan kehidupan mahasiswa (Hafizah, Misbah, & Annur, 2018). Permasalahan yang disajikan pada mata kuliah mekanika merupakan permasalahan yang benar-benar dihadapi. Dengan karakteristik mata kuliah mekanika seperti itu, maka kemampuan pemecahan masalah sangat diperlukan dalam perkuliahan mekanika (Hafizah, et. al., 2018). Hal ini menyebabkan penilaian pada mata kuliah mekanika tidak bisa dipisahkan dari penilaian kemampuan pemecahan masalah. Dengan meningkatnya kompleksitas permasalahan yang dihadapi manusia pada era sekarang ini, maka penilaian pada mata kuliah mekanika juga mengukur kemampuan pemecahan masalah yang kompleks (CPS).

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa perlu dikembangkan instrumen pengukuran kemampuan CPS pada mata kuliah mekanika. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen penilaian mata kuliah mekanika berbasis CPS.

Krulik dan Rudnick mendefinisikan kemampuan memecahkan masalah (*problem solving*) sebagai sarana individu dalam menggunakan pengetahuan dan keterampilan yang telah dimiliki sebelumnya untuk disintesis dan diterapkan pada situasi yang baru dan berbeda (Carson, 2007). Woods et al. (1997) mendefinisikan kemampuan memecahkan masalah sebagai

proses yang digunakan untuk mendapatkan jawaban terbaik untuk sesuatu yang tidak diketahui dan tunduk pada beberapa kendala. Dengan demikian, kemampuan memecahkan masalah adalah proses menemukan jawaban terbaik terhadap sesuatu yang belum diketahui dan menjadi kendala dengan cara mensintesis pengetahuan dan keterampilan yang telah dimiliki sebelumnya untuk diterapkan pada permasalahan tersebut.

Pola berpikir kebanyakan orang dalam memecahkan masalah tidak berbeda jauh dengan para ilmuwan. Sebagai contoh, ketika seorang anak dihadapkan pada suatu permasalahan, yaitu televisi yang ditontonnya tiba-tiba mati. Anak berusia 10 tahun sudah mulai berpikir yang berawal dari kemungkinan dan mengumpulkan data untuk menguji kemungkinan tersebut. Pola pemikiran anak usia 10 tahun berawal dari dugaan apa penyebab televisi yang ditontonnya mati, kemudian mereka mencoba membuktikan dugaannya tersebut dengan beberapa kegiatan seperti menyalakan lampu kamarnya, melihat posisi saklar kWh-meter di rumahnya, sampai dengan bertanya kepada tetangga apakah listrik di rumahnya padam. Kegiatan anak usia 10 tahun tersebut dalam mencari penyebab televisi yang ditontonnya mati tidak jauh berbeda dengan cara berpikir para ilmuwan dalam menyelesaikan masalah, hanya saja para ilmuwan sudah terlatih menggunakannya sehingga mereka mampu memecahkan masalah secara efektif. Kemampuan para ilmuwan menyelesaikan masalah secara efektif ini menjadikan mereka lebih produktif dalam menghasilkan temuan-temuan yang bermanfaat dalam perkembangan ilmu pengetahuan. Jadi, kompetensi memecahkan masalah secara efektif ini sangat bermanfaat bagi kesejahteraan umat manusia. Hal ini didukung oleh pernyataan Wiyanto (2008), yang menyatakan bahwa kecakapan memecahkan masalah secara efektif sangat diperlukan semua orang, tidak terbatas hanya ilmuwan saja, agar mampu bertahan hidup secara produktif di era globalisasi dewasa ini.

Masalah yang diselesaikan dengan kemampuan memecahkan masalah harus memenuhi syarat tertentu. Krulik dan Rudnick menyatakan bahwa permasalahan yang dikategorikan masalah dalam proses pemecahan masalah adalah permasalahan yang tidak dikenali sebelumnya dan tidak bisa diselesaikan dengan hanya sekedar menerapkan model (Carson, 2007). Woods et al. (1997) mendefinisikan masalah sebagai situasi yang membutuhkan jawaban dan belum pernah ditemui sebelumnya. Jadi, tidak disebut sebagai proses memecahkan masalah jika masalahnya dapat dipecahkan dengan mudah menggunakan algoritma yang telah dipelajari sebelumnya.

Proses pemecahan masalah dengan menggunakan algoritma yang telah dipelajari sebelumnya didefinisikan sebagai *exercise solving* (Mourtos, Okamoto, dan Rhee, 2004). Woods et al. (1997) mendefinisikan *exercise solving* sebagai proses memecahkan masalah dengan solusi yang sudah dikenal sebelumnya. Untuk membedakan antara *problem solving* dan *exercise solving*, lebih lanjut Woods et al. (1997) menyatakan *problem solving* memiliki 12 atribut atau ciri, yaitu: menyadari proses yang digunakan; menggunakan pola yang cocok untuk memutuskan secara cepat apakah situasi yang dihadapi *problem solving* atau *exercise solving*; menerapkan berbagai taktik dan *heuristic*, menempatkan penekanan pada akurasi (sebagai lawan kecepatan); aktif dengan menuliskan ide-ide, membuat grafik dan angka; memantau dan merefleksikan proses yang digunakan; terorganisasi dan sistematis; bersikap fleksibel (menjaga opsi terbuka, melihat situasi dari perspektif yang dan sudut pandang berbeda); menggambar pengetahuan subjek yang relevan, obyektif, kritis menilai kualitas, serta akurat dalam hal pengetahuan dan data; bersedia mengambil risiko, mengatasi ambiguitas, menyambut perubahan dan mengelola marabahaya; bersedia untuk menghabiskan waktu membaca, mengumpulkan informasi dan mendefinisikan masalah; memiliki pendekatan menyeluruh yang menggunakan fundamental dari pada mencoba untuk

menggabungkan berbagai contoh solusi yang dihafal. Untuk melihat perbedaan yang

lebih jelas antara *problem solving* dan *exercise solving*, dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan *Problem Solving* dan *Exercise Solving*

No	<i>Problem Solving</i>	<i>Exercise Solving</i>
1	Melibatkan proses yang digunakan untuk mendapatkan jawaban terbaik untuk sesuatu yang tidak diketahui dan memenuhi beberapa batasan.	Melibatkan proses untuk mendapatkan satu-satunya jawaban yang tepat dari data yang diberikan.
2	Situasi ini tidak jelas. Tidak ada pernyataan masalah dan ada beberapa ambiguitas dalam informasi yang diberikan. Siswa harus mendefinisikan masalah sendiri. Asumsi harus dibuat mengenai apa yang diketahui dan apa yang perlu ditemukan.	Situasi ini didefinisikan dengan baik. Ada pernyataan masalah secara eksplisit dengan semua informasi yang diperlukan (diketahui dan tidak diketahui).
3	Konteks dari masalah merupakan sesuatu yang baru (siswa tidak pernah mengalami situasi ini sebelumnya).	Siswa telah mengalami latihan yang sama dalam buku-buku, di kelas atau PR
4	Tidak ada pernyataan eksplisit dalam masalah yang memberitahu siswa tentang pengetahuan/ teknik/ keterampilan apa yang digunakan untuk memecahkan masalah.	Latihan sering meresepkan asumsi yang akan dibuat, prinsip yang harus digunakan dan kadang-kadang latihan tersebut memberikan petunjuk.
5	Mungkin ada lebih dari satu pendekatan yang valid.	Biasanya hanya ada satu pendekatan yang menghasilkan jawaban benar.
6	Algoritma yang digunakan untuk memecahkan masalah tidak jelas.	Metode yang biasa digunakan adalah untuk mengingat solusi yang dikenal dari latihan sebelumnya yang pernah dipecahkan.
7	Integrasi pengetahuan dari berbagai mata pelajaran mungkin diperlukan untuk menangani semua aspek dari masalah.	Latihan melibatkan satu subjek dan dalam banyak kasus hanya satu topik dari subjek ini.
8	Membutuhkan kemampuan komunikasi lisan / tertulis yang kuat untuk menyampaikan esensi masalah dan mempresentasikan hasilnya.	Keterampilan komunikasi tidak penting karena sebagian besar dari solusi melibatkan matematika dan sketsa.

(Sumber: Mourtos, Okamoto, dan Rhee, 2004)

Woods et al. (1997) menyatakan bahwa langkah pemecahan masalah terdiri dari: mendefinisikan masalah, mengeksplorasi masalah, merencanakan solusi, melaksanakan rencana solusi, mengecek solusi, dan mengevaluasi/merefleksi. Menurut Polya (1988) langkah pemecahan masalah terdiri dari: memahami masalah, merancang rencana, melaksanakan rencana, dan melihat kembali. Menurut Krulik dan Rudnick proses pemecahan masalah terdiri dari: *Read, Explore, Select a Strategy, Solve, dan Review and Extend* (Carson, 2007). Proses pemecahan masalah yang mendekati proses penyelidikan ilmiah dikemukakan oleh Dewey (1933), meliputi: mengidentifikasi dan merumuskan masalah, mengemukakan hipotesis, mengumpulkan data, menguji hipotesis, dan mengambil kesimpulan. Proses pemecahan masalah ini didasarkan pada proses ilmiah. Proses pemecahan masalah ini sering digunakan sebagai

indikator kemampuan memecahkan masalah dalam pembelajaran IPA.

Selain itu ada proses pemecahan lain, yang dikemukakan oleh Karl Albrecht (Nasution, 2009). Langkah proses pemecahan masalah ini terdiri dari 6 langkah yang dikelompokkan menjadi dua fase. Fase pertama adalah Ekspansi/Fase Divergen, yang langkahnya terdiri dari: menemukan masalah, merumuskan masalah, mencari-cari pilihan atau alternatif. Fase kedua adalah Penyelesaian/Fase Konvergen, yang langkahnya terdiri dari: mengambil keputusan, mengambil tindakan, dan mengevaluasi hasil.

Menurut *World Economic Forum* (2016), *Complex Problem Solving* (CPS) adalah salah satu dari 10 *skill* atau kompetensi utama yang dibutuhkan seorang profesional pada masa-masa yang akan datang. Menurut banyak ahli, hasil tes CPS dapat digunakan untuk memprediksi kesuksesan seseorang di masa yang akan

datang (Funke, 2010) dikarenakan CPS berkorelasi dengan kecerdasan seseorang (Sonnleitner, Keller, Martin, & Brunner, 2013).

Ciri utama dari CPS adalah permasalahan yang kompleks dalam suatu lingkungan yang dinamis (Fischer, Greiff, & Funke, 2011) dan tidak jelas (Eichmann, et al., 2019). Menurut karakteristik dari CPS menurut Funke (2010) adalah terdiri dari beberapa variabel yang sangat saling berhubungan dan berubah seiring waktu (dinamis), koneksi yang mendasarinya tidak transparan, dan peserta harus mencapai beberapa tujuan yang sebagian kontradiktif.

Tes untuk mengukur CPS biasanya merupakan tes yang berbasis komputer (Sonnleitner et al., 2012, OECD, 2013). Sonnleitner, et. al. (2013) menggunakan *Genetics Lab* berbasis *MicroWorld* untuk mengukur CPS. Eichmann, et al. (2019) mengukur kemampuan CPS menggunakan tes PISA yang berbasis komputer dengan menganalisis log aktivitas dari peserta tes. Kim (2012) mengukur kemampuan CPS dengan meminta tanggapan terhadap suatu permasalahan yang kompleks minimal 350 kata, lalu dianalisis dengan T-MITOCAR. Selain dengan tes berbasis komputer, CPS dapat diukur tanpa tes berbasis tradisional. Kim, Park, Moore, & Varma (2013) mengukur CPS dengan menggunakan penilaian kinerja dipadu dengan *Model-Eliciting Activities*.

Model instrumen penilaian mekanika yang dikembangkan berupa instrumen tes berbentuk tertulis. Analisis hasil tes dilakukan dengan model penskoran berdasarkan indikator tahapan penyelesaian masalah.

METODE PENELITIAN

Jenis dan Tahapan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian RnD. Penelitian ini menggunakan model ADDIE. Model RnD ADDIE banyak digunakan untuk pengembangan *teaching material* (Tegeh, Jampel, & Pudjawan, 2015; Khasanah, 2017), pengembangan

model pembelajaran (Nadiyah, & Faaizah, 2015), instrumen penilaian (Widiana, 2016) dan pengembangan media pembelajaran (Murugantham, 2015; Srintin, Setyadi, & Mampouw, 2019). Model ADDIE dipilih sebagai model pengembangan pada penelitian ini karena fleksibel. Tahapan model ADDIE adalah Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi (Nadiyah, & Faaizah, 2015).

Secara umum penelitian ini mengacu pada model pengembangan ADDIE. Namun demikian, dalam pelaksanaan penelitian akan menyesuaikan kondisi lapangan dengan tetap beracuan pada tahapan model pengembangan ADDIE.

Populasi dan Sampel

Populasi pada uji coba adalah mahasiswa program studi Pendidikan IPA Universitas Tidar. Sampel diambil dengan cara *purposive random sampling*, yaitu dengan mengambil 80 mahasiswa yang telah menempuh mata kuliah Mekanika pada tahun sebelumnya.

Alat Pengumpulan Data

Lembar validasi digunakan untuk mengumpulkan data hasil validasi ahli terhadap produk penelitian. Lembar validasi yang digunakan berupa lembar validasi untuk instrumen penilaian mata kuliah mekanika berbasis CPS.

Tes yang dikembangkan digunakan untuk mengukur kemampuan CPS pada materi mekanika. Tes yang dikembangkan berupa simulasi permasalahan di dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan konten materi pada perkuliahan mekanika. Tes dikembangkan berdasarkan pada kriteria-kriteria permasalahan kompleks yang bersifat dinamis dan tidak jelas.

Analisis Data

Data hasil validasi dianalisis dengan menguji validitas konstruk dari produk penelitian yang dihasilkan. Untuk menguji validitas konstruk digunakan indeks Aiken (Sireci & Faulkner-Bond, 2014). Produk hasil pengembangan dikatakan baik dan siap untuk diimplementasikan jika hasil indeks Aiken menunjukkan katagori valid. Katagori

validitas isi/konstruksi berdasarkan perhitungan indeks Aiken V disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Kategori Indeks Aiken's V

Nilai V	Kategori
$V \leq 0.4$	Validitas Rendah
$0.4 < V < 0.8$	Validitas Sedang
$V \geq 0.8$	Validitas Tinggi

Data hasil uji coba dianalisis dengan uji validitas dan reliabilitas. Uji validitas dilakukan dengan menggunakan teori uji validitas item. Uji validitas item dilakukan dengan cara membandingkan skor item terhadap skor total. Pada penelitian ini, uji validitas item dianalisis dengan korelasi Bivariate Pearson (Produk Momen Pearson) menggunakan SPSS. Uji reliabilitas dianalisis dengan pendekatan respon item (*Item Respon Theory/IRT*). Model IRT yang digunakan adalah model RASH. Item soal yang memiliki validitas dan/atau rendah dihilangkan untuk membentuk paket instrumen tes yang valid dan reliabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Analisis

Ciri utama dari CPS adalah permasalahan yang kompleks dalam suatu lingkungan yang dinamis (Fischer, Greiff, & Funke, 2011) dan tidak jelas (Eichmann, et al., 2019). Adapun menurut karakteristik dari CPS menurut Funke (2010) adalah terdiri dari beberapa variabel yang sangat saling berhubungan dan berubah seiring waktu (dinamis), koneksi yang mendasarinya tidak transparan, dan peserta harus mencapai beberapa tujuan yang sebagian kontradiktif. Berdasarkan hasil kajian teoritik dan FGD, indikator dari soal tes yang berkategori CPS adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Indikator Kisi-kisi Berbasis CPS

Indikator	Definisi Operasional
Dinamis	Terdiri dari beberapa variabel yang sangat

Tidak Jelas	saling berhubungan dan berubah seiring waktu (dinamis), Permasalahan tidak disajikan secara jelas.
Koneksi tidak transparan	Hubungan antar variabel tidak transparan
Terdapat beberapa tujuan yang saling kontradiktif.	Permasalahan memiliki lebih dari satu tujuan dan saling kontradiktif.

Berdasarkan hasil FGD, materi soal mekanika yang dapat dikembangkan menjadi soal berbasis CPS adalah materi dinamika gerak. Dinamika gerak banyak mendasari berbagai permasalahan dalam kehidupan sehari-hari.

Desain

Berdasarkan indikator CPS, tes ini terdiri dari 3 bagian (3 paket soal), yang mana setiap bagian terdiri dari tiga sub bagian yang membahas permasalahan yang sama. Responden harus mengerjakan soal secara urut, mulai bagian pertama, sub bagian 1, urut sesuai dengan halaman. Ketika mengerjakan bagian pertama, tidak boleh membuka dan membaca bagian selanjutnya, dan ketika mengerjakan sub bagian pertama, tidak boleh membuka dan membaca sub bagian berikutnya. Saat mengerjakan, responden boleh membuka dan membaca sub bagian sebelumnya, namun tidak boleh membuka dan membaca bagian berikutnya.

Pengembangan

Uji validasi ahli dilakukan terhadap hasil instrumen penilaian mata kuliah mekanika berbasis *Complex Problem Solving* yang dihasilkan. Tiga orang pakar dalam bidang pendidikan IPA diminta untuk memberikan penilaian terhadap instrumen yang dihasilkan untuk memperoleh validitas isi. Validitas isi/konstruksi dihitung dengan indeks Aiken (Sireci & Faulkner-Bond, 2014). Hasil penilaian ketiga ahli tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Penilaian Ahli

No	Item Penilaian	Item 1			Item 2			Item 3		
		Rater	Rater	Rater	Rater	Rater	Rater	Rater	Rater	Rater
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Dinamis	4	4	4	3	5	3	5	4	5
2	Tidak Jelas	5	4	4	5	4	4	4	4	4
3	Koneksi tidak transparan	5	3	4	4	4	4	5	5	4
4	Terdapat beberapa tujuan yang saling kontradiktif.	4	5	5	4	4	4	5	4	4
Rata-rata		4,5	4	4,25	4	4,25	3,75	4,75	4,25	4,25

Untuk menghitung nilai indeks Aiken's V digunakan tabel bantuan sebagai berikut. Berdasarkan tabel 5, item soal nomor 1 dan 3 memiliki kategori validitas

tinggi, sedangkan soal nomor 2 memiliki kategori validitas sedang.

Tabel 5. Perhitungan Indeks Aiken's V

Item Soal	Rater 1		Rater 2		Rater 3		Σs	V
	Skor	s	Skor	s	Skor	S		
Item 1	4,5	3,5	4	3	4,25	3,25	9,75	0,8125
Item 2	4	3	4,25	3,25	3,75	2,75	9,5	0,792
Item 3	4,75	3,75	4,25	3,25	4,25	3,25	10,25	0,854

Implementasi

Setelah ketiga item soal dinyatakan validitas isinya valid, maka dilakukan uji coba untuk menentukan reliabilitas dan reliabilitas instrumen. Analisis menggunakan Rasch model dengan bantuan MiniStep dilakukan terhadap tiga item soal dan 73 responden.

CronBach Alpha (KR20) memiliki nilai 0.17. Hal ini menunjukkan soal yang dibuat reliabel, namun tidak cocok digunakan pada responden.

Untuk memperoleh data validitas item, maka diakses *table item fit order* seperti yang disajikan pada gambar 2. Validitas item dinilai dari tiga parameter (Sumintono & Widhiarso, 2013) sebagai berikut:

Nilai outfit MNSQ diterima jika: $0,5 < MNSQ < 1,5$

Nilai ZSTD diterima jika: $-2,0 < ZSTD < +2,0$

Nilai Pt Measure Corr jika: $0,4 < Pt Measure Corr < 0,85$

Berdasarkan gambar 2, ketiga item soal dinyatakan valid.

Gambar 1. Table Summary Statistics

Berdasarkan *table summary statistics* yang disajikan pada gambar 1 diperoleh reliabilitas responden memiliki nilai 0.00 yang berarti bahwa responden yang terlibat pada uji coba ini tidak reliabel. Nilai reliabilitas untuk item soal sebesar 0.67 yang memiliki nilai reliabilitas sedang (Sumintono & Widhiarso, 2013). Nilai

Gambar 2. Table Item Fit Order

Evaluasi

Berdasarkan hasil analisis diperoleh indikator CPS yang digunakan untuk mengembangkan instrumen. Hasil analisis juga menunjukkan materi yang cocok untuk digunakan pada tes CPS ini adalah materi dinamika. Evaluasi terhadap tahap analisis menghasilkan kesimpulan bahwa diharapkan tes CPS ini dapat diterapkan pada materi mekanika yang lain.

Pada tahap desain diperoleh karakteristik dari instrumen tes CPS pada mata kuliah mekanika. Hasil evaluasi terhadap tahap ini menunjukkan bahwa tes CPS ini lebih cocok jika dikembangkan berbasis android agar aturan pengerjaannya dapat ditaati oleh responden. Untuk itu, direkomendasikan untuk melakukan penelitian dalam mengembangkan tes CPS mekanika berbasis android.

Pada tahap pengembangan diperoleh data bahwa item 1 dan 3 memiliki katagori validitas isi tinggi dan item 2 memiliki validitas isi sedang. Hasil evaluasi terhadap tahap ini merekomendasikan untuk memperbanyak jumlah rater dalam validasi ahli.

Pada tahap implementasi, jumlah responden dalam uji coba berjumlah 73 mahasiswa dari 80 mahasiswa yang direncanakan. Pengurangan ini berkaitan dengan kuota analisis data pada ministep hanya berjumlah maksimal 75 reponden. Rekomendasi pada penelitian yang akan menggunakan Rasch model diharapkan berlangganan winstep yang berbayar jika menggunakan sampel yang berjumlah ratusan hingga ribuan.

SIMPULAN

Tes ini terdiri dari 3 bagian (3 item soal), yang mana setiap bagian terdiri dari tiga sub bagian yang membahas permasalahan yang sama. Responden harus mengerjakan soal secara urut, mulai bagian pertama, sub bagian 1, urut sesuai dengan halaman. Berdasarkan hasil uji coba, instrumen yang dikembangkan telah valid dan reliabel. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, diperoleh rekomendasi

bahwa perlu dikembangkan instrumen CPS untuk materi yang lain. Selain itu, perlu juga melakukan penelitian dalam mengembangkan tes CPS mekanika berbasis android. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap tahap pengembangan merekomendasikan untuk memperbanyak jumlah rater dalam validasi ahli. Rekomendasi pada penelitian yang akan menggunakan Rasch model diharapkan berlangganan winstep yang berbayar jika menggunakan sampel yang berjumlah ratusan hingga ribuan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada LPPM UNTIDAR yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Kagermann, H., Lukas, W. D., & Wahlster, W. (2011). *Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution*. *VDI nachrichten*, 13(1).
- Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., & Kohl, H. (2016). Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 54, 1-6.
- Leinweber S. Etappe 3: Kompetenzmanagement. In: Meifert MT, editor. *Strategische Personalentwicklung - Ein Programm in acht Etappen*. 3rd ed. Wiesbaden: Springer Fachmedien; 2013. p. 145–178
- Fitsilis, P., Tsoutsas, P., & Gerogiannis, V. (2018). Industry 4.0: required personnel competences. *Industry 4.0*, 3(3), 130-133
- World Economic Forum (2016), *The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. Available at <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/>
- Eichmann, B., Goldhammer, F., Greiff, S., Pucite, L., & Naumann, J. (2019). The role of planning in complex problem

- solving. *Computers & Education*, 128, 1-12.
- Fischer, A., Greiff, S., & Funke, J. (2012). The process of solving complex problems. *The Journal of Problem Solving*, 4(1), 19-42. <https://doi.org/10.7771/1932-6246.1118>.
- Öllinger, M., Hammon, S., von Grundherr, M., & Funke, J. (2015). Does visualization enhance complex problem solving? The effect of causal mapping on performance in the computer-based microworld Tailorshop. *Educational technology research and development*, 63(4), 621-637.
- Greiff, S., Wüstenberg, S., Goetz, T., Vainikainen, M. P., Hautamäki, J., & Bornstein, M. H. (2015). A longitudinal study of higher-order thinking skills: working memory and fluid reasoning in childhood enhance complex problem solving in adolescence. *Frontiers in psychology*, 6, 1060.
- Lai, C. L., & Hwang, G. J. (2014). Effects of mobile learning time on students' conception of collaboration, communication, complex problem-solving, meta-cognitive awareness and creativity. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 8(3-4), 276-291.
- Scherer, R., Meßinger-Koppelt, J., & Tiemann, R. (2014). Developing a computer-based assessment of complex problem solving in Chemistry. *International Journal of STEM Education*, 1(1), 2.
- Hafizah, E., Misbah, M., & Annur, S. (2018). Kemampuan pemecahan masalah mahasiswa pada materi mekanika. *Momentum: Physics Education Journal*, 2(2).
- Widiana, I. W. (2016). Pengembangan asesmen proyek dalam pembelajaran ipa di sekolah dasar. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 5(2), 147-157.
- Carson, J. (2007). A Problem with Problem Solving: Teaching Thinking without Teaching Knowledge. *The Mathematics Educator*, Volume 17 No. 2 Hal. 7-14.
- Wood, D.R., Hrymak, A.N., Marshall, R.R., Wood, P.E., Crowe, C.M., Hoffman, T.W., Wright, J.D., Taylor, P.A., Woodhouse, K.A., dan Bouchard, C.G.K. (1997). Developing Problem Solving Skills: The McMaster Problem Solving Program. *Journal of Engineering Education*, Volume 86 No. 2 Hal. 75-91.
- Wiyanto. (2008). *Menyiapkan Guru Sains Mengembangkan Kompetensi Laboratorium*. Semarang: UNNES Press.
- Mourtos, N.J., Okamoto, N. D., dan Rhee, J. (2004). Defining, Teaching and Assesing Problem Solving Skills. *7th UICEE Annual Conference on Engineering Education*. Mumbai, India, 9-13 Februari 2004.
- Polya, G. (1988). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method* (2nd ed.). Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Nasution, S. (2009). *Kurikulum dan Pengajaran*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Dewey, J. (1933). *How We Think*. Boston: D. C. Heath.
- Tegeh, I. M., Jampel, I. N., & Pudjawan, K. (2015). Pengembangan Buku Ajar Model Penelitian Pengembangan dengan model ADDIE. In *Seminar Nasional Riset Inovatif* (Vol. 3).
- Khasanah, A. (2017). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Menggunakan Metode ADDIE pada Materi Gerak Lurus di MAN Surabaya. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 5(3).
- Nadiyah, R. S., & Faaizah, S. (2015). The development of online project based collaborative learning using ADDIE

- Model. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195, 1803-1812.
- Muruganatham, G. (2015). Developing of E-content package by using ADDIE model. *International Journal of Applied Research*, 1(3), 52-54.
- Srintin, A. S., Setyadi, D., & Mampouw, H. L. (2019). Pengembangan Media Permainan Kartu Umino Pada Pembelajaran Matematika Operasi Bilangan Bulat. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1), 126-138.
- Sireci, S., & Faulkner-Bond, M. (2014). Validity evidence based on test content. *Psicothema*, 26(1), 100-107
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2013). Aplikasi Model Rasch Untuk Ilmu-ilmu Sosial. *Bandung: Trimkomunikat*