



ANALISIS PSIKOMETRI INSTRUMEN *FORCE CONCEPT INVENTORY* (FCI) UNTUK MENILAI KEMAJUAN BELAJAR GAYA DAN GERAK (KBGG)

Amin^{1*}, Taufik Ramlan Ramalis¹, Ridwan Efendi¹

¹Departemen Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung,
Jawa Barat, Indonesia
e-mail: amin@student.upi.edu

ABSTRAK

Learning Progression atau kemajuan belajar merupakan alat yang penting dalam pendidikan sains. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik instrumen *Force Concept Inventory* (FCI) yang digunakan untuk menilai Kemajuan Belajar Gaya dan Gerak (KBGG). Penelitian ini dilakukan di salah satu SMA di kota Cimahi dengan melibatkan 41 siswa yang terdiri dari kelas 10 sampai kelas 12. Butir soal FCI diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia dan disesuaikan dengan konten dalam kurikulum sehingga terpilih 15 soal. Setiap pilihan dalam butir soal yang terpilih kemudian di skor sesuai tingkatan kemajuan belajar dan hasilnya dianalisis menggunakan model kredit parsial. Hasil yang diperoleh yaitu 13 dari 15 butir soal yang diujikan memiliki nilai statistik yang diterima. Adapun karakteristik instrumen yang diperoleh yaitu reliabilitas person (0,71), reliabilitas butir (0,92), butir *separation* (3,49) dan *alphacronbach* (0,56). Jadi, butir soal sesuai dengan kriteria pengukuran yang diharapkan dan dapat digunakan untuk menilai kemajuan belajar

ABSTRACT

Learning Progression is an important tool in science education. This study aims to determine the characteristics of the Force Concept Inventory (FCI) instrument which used to assess the Force and Motion Learning Progression (FMLP). This study was conducted in one high school in the city of Cimahi involving 41 students consisting of grade 10 to grade 12. Those FCI items translated into Indonesian and adapted to the content in curriculum so that it the selected 15 questions. Each choice in the selected items then scored according to the level of learning progression and the results were analyzed using a partial credit model. Results obtained 13 of The 15 itemstested had a statistical value received. The characteristics of The instrumen were person reliability (0.71), item reliability (0.92), item separation (3.49) and Cronbach alpha (0.56). Therefore, items have good fit statistic and can be used to assess learning progression.

© 2017 Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI Bandung

Keywords: *Psychometrics; Learning Progression; FCI; Partial Credit Model.*

PENDAHULUAN

Learning Progression (LP) atau kemajuan belajar didefinisikan sebagai tahapan cara berpikir yang semakin kompleks mengenai suatu topik yang peserta didik pelajari dan investigasi dalam rentang waktu yang cukup panjang [1]. Kemajuan belajar merupakan alat yang sangat penting dalam pendidikan sains. Kemajuan belajar berpotensi untuk mengembangkan standar dan kurikulum, kemajuan belajar dapat digunakan dalam penilaian formatif dan sumatif., kemajuan belajar membantu guru dalam menentukan pembelajaran yang tepat [2].

Salah satu kemajuan belajar yang telah dikembangkan yaitu Kemajuan Belajar Gaya dan Gerak (KBGG). Kemajuan Belajar Gaya

dan Gerak (KBGG) dibatasi pada konsep gaya dan gerak satu dimensi atau dua dimensi yang berlaku hukum I Newton atau Hukum II Newton [3]. KBGG menggambarkan perkembangan pemahaman peserta didik dalam lima tingkatan berbeda mulai dari peserta didik yang memahami konsep di luar jalur pemahaman para ahli (level 0) sampai dengan peserta didik yang memahami bahwa gaya sebanding dengan percepatan yang dihasilkan (level 4).

Instrumen yang dapat digunakan untuk menganalisis kemajuan belajar salah satunya adalah *Ordered Multiple Choice* (OMC). Perbedaan antara *Ordered Multiple Choice* (OMC) dan *Traditional Multiple Choice* (TMC) salah satunya yaitu setiap pilihan jawaban pada butir soal OMC memiliki skor yang disesuaikan dengan tingkatan pemahaman

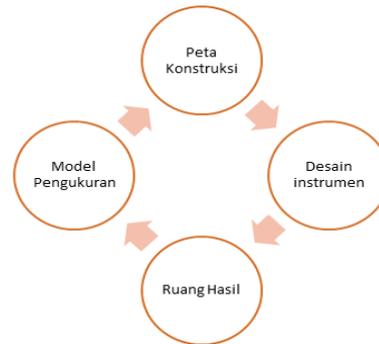
atau tingkatan kemampuan pada kemajuan belajar yang digunakan. Pembuatan dan pengembangan instrumen OMC yang baik dan akurat memerlukan waktu, biaya dan tenaga yang cukup banyak. Dalam mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan cara mengadaptasi instrumen yang telah menjadi standar dalam penilaian pemahaman siswa yang prinsip pengembangannya hampir sama dengan pengembangan instrumen OMC.

Force Concept Inventory (FCI) merupakan instrumen yang telah baku dan didesain untuk menilai pemahaman peserta didik mengenai konsep dasar fisika yang berkaitan dengan gaya dan gerak. FCI terdiri dari 30 pertanyaan pilihan ganda yang berkaitan dengan enam dimensi pemahaman di antaranya yaitu, kinematika, hukum I Newton, hukum II Newton, hukum III Newton, prinsip super posisi dan jenis-jenis gaya (gaya gravitasi dan gaya gesek). FCI dapat diberlakukan sebagai instrumen OMC untuk menggambarkan pemahaman peserta didik berdasarkan kemajuan belajar [4]. FCI merupakan instrumen yang berpotensi untuk diterapkan terhadap kemajuan belajar gaya dan gerak karena instrumen ini digunakan untuk mengukur konsepsi terkait gaya dan gerak pada tingkat SMA sampai perguruan tinggi [5].

Pentingnya kemajuan belajar dalam pendidikan sains dan diperlukannya instrumen alternatif yang tersedia yang dapat digunakan mengukur kemajuan belajar sehingga lebih menghemat waktu, biaya dan tenaga dibutuhkan. Dengan demikian, dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik instrumen *Force Concept Inventory* (FCI) yang digunakan untuk menilai kemajuan belajar gaya dan gerak.

METODE

Dalam mengadaptasi FCI untuk mengukur kemajuan belajar digunakan pendekatan penilaian yang diungkapkan oleh Wilson. Pendekatan ini menggambarkan empat *Building blok*, yaitu (1)peta konstruksi,(2) desain instrumen, (3) ruang hasil, (4) model pengukuran [6]. Hal tersebut di tunjukan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Empat *Building blok*

Peta konstruksi

Peta konstruksi merupakan tingkatan pemikiran siswa atau kerangka kemajuan belajar. Peta konstruksi yang digunakan yaitu kerangka kemajuan belajar gaya dan gerak (KBBG) yang dikembangkan oleh Alonzo dan Steedle tahun 2008 [3]. Peta konstruksi tersebut terdiri dari lima tingkatan mulai dari tingkat nol sampai tingkat empat. Kerangka kemajuan belajar secara singkat digambarkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi tingkat kemajuan belajar gaya dan gerak

Level	Deskripsi
4	Peserta didik memahami bahwa resultan gaya yang di terapkan pada sebuah objek sebanding dengan percepatan yang di dihasilkan (dalam perubahan besar kecepatan atau arah) dan gaya bukan merupakan arah dari gerak
3	Peserta didik memahami bahwa sebuah objek berada dalam keadaan diam karena tidak ada gaya yang di kerjakan terhadapnya atau resultan gaya yang di kerjakan terhadapnya. Peserta didik memahami secara parsial mengenai gaya yang bekerja pada benda yang bergerak
2	Peserta didik percaya bahwa gerak menyiratkan sebuah gaya dalam arah gerak dan tidak adanya gerak menyiratkan tidak adanya gaya sebaliknya peserta didik percaya bahwa gaya menyiratkan gerak dalam arah gaya
1	Peserta didik memahami gaya sebagai tarikan atau dorongan mungkin
0	Keluar jalur

Desain Instrumen

Proses ini merupakan proses untuk mengonstruksi instrumen yang digunakan untuk mengukur kemajuan belajar sesuai dengan peta konstruksi. Instrumen yang digunakan adalah instrumen FCI yang telah disesuaikan dengan peta konstruksi kemajuan belajar dan konten dalam kurikulum. Adapun proses mengonstruksi instrumen ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Proses Konstruksi Soal.

Ruang Hasil

Tahapan ini merupakan tahap pengujian instrumen yang telah di konstruksi secara empiris untuk mengukur kemajuan belajar. Butir soal diuji cobakan kepada peserta tes yang bersedia untuk berpartisipasi dalam penelitian. Peserta tes yang berpartisipasi dalam uji coba ini yaitu berjumlah 41 orang yang terdiri 11 orang kelas X, 23 orang kelas XI dan 8 orang kelas XII. Jumlah peserta tes tersebut terdiri dari 20 orang laki-laki dan 21 orang perempuan.

Model Pengukuran

Model pengukuran merupakan pemilihan metode dalam menganalisis data yang diperoleh. Model pengukuran yang digunakan adalah model kredit parsial yang merupakan salah satu jenis analisis model Rasch. Ada berbagai macam jenis analisis model Rasch salah satunya yaitu *Partial Credit Model* (PCM). Analisis PCM merupakan analisis model Rasch digunakan untuk data nominal yang bersifat politomi. Analisis ini digunakan untuk menilai

tahapan-tahapan yang dilalui dalam suatu proses [7]. Jadi, skor kategori pada PCM menunjukkan banyaknya langkah untuk menyelesaikan dengan benar butir tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Terjemahan Butir Soal

Berdasarkan hasil analisis konten yang dilakukan diperoleh 15 soal yang sesuai dengan KBGG dan konten kurikulum dari 30 butir soal FCI yang ada. Kemudian 15 soal yang terpilih tersebut di terjemahkan ke dalam bahasa Indonesia dan dilakukan penilaian kualitas terjemahan oleh tiga orang ahli. Kriteria penilaian terjemahan yaitu keakuratan, keberterimaan dan keterbacaan [8]. Hasil penilaian yaitu semua butir soal hasil terjemahan memiliki keakuratan tinggi, semua butir soal hasil terjemahan memiliki keakuratan keberterimaan tinggi, mayoritas butir soal terjemahan memiliki keterbacaan tinggi dan beberapa butir soal memiliki keterbacaan sedang. Hal ini berarti beberapa soal memerlukan perbaikan terjemahan agar dapat meningkatkan keterbacaan yang didasarkan pada saran yang diberikan oleh penilai. Dengan demikian, kualitas terjemahan soal yang dilakukan sudah sesuai dengan yang diharapkan.

Relevansi Konten Butir Soal dengan Konten dalam Kurikulum dan Materi yang dipelajari.

Penilaian konten dan konstruksi soal melibatkan lima orang ahli. Hasil penilaian yang diperoleh dianalisis menggunakan *Item Content Validity Index*(I-CVI) dan koefisien kappa. Hasil yang diperoleh, yaitu semua butir soal FCI yang terpilih memiliki *Item Content Validity Index*(I-CVI) berkisar 0,80 sampai dengan 1 yang artinya butir soal memiliki kesesuaian dengan konten kurikulum/materi yang dipelajari dan relevan untuk digunakan di tingkat SMA [9]. Selain itu, koefisien kesepakatan atau koefisien kappa antar kelima penilai untuk mengategorikan relevansi konten dengan tiap butir soal berkisar 0,76-1 yang berarti kesepakatan kelima penilai dalam kategori sangat baik [9].

Karakteristik Butir Soal

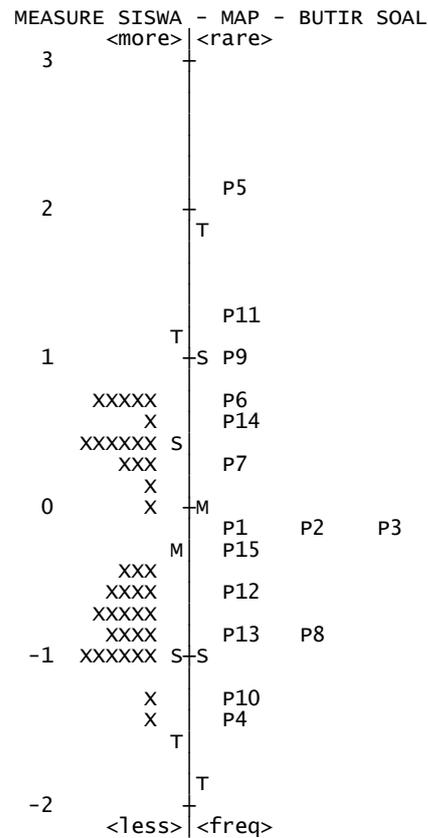
Berdasarkan Tabel 2 diperoleh informasi tentang tingkat kesulitan butir soal ketika diuji cobakan. Butir soal yang paling sulit dan paling mudah ketika diuji cobakan berturut-turut adalah nomor 5 dan nomor 4. Selain itu, dari tabel 2 diperoleh informasi bahwa butir soal yang mempunyai *fit* statistic yang sesuai dengan kriteria yang diharapkan berjumlah 13 butir soal dari 15 butir soal yang diuji cobakan. Adapun kriteria butir soal yang sesuai dengan kriteria model pengukuran yang digunakan yaitu memiliki nilai MNSQ yang berada dalam rentang 0,5 sampai dengan 1,5 dan nilai ZSTD -2 sampai dengan 2 baik untuk *infit* maupun *outfit* [10].

Tabel 2. Fit Statistic Butir Soal

No Soal	Tingkat Kesukaran	Error	Infit		Outfit	
			MN SQ	ZST D	MN SQ	ZST D
5	2.14	0.5	0.9	-0.1	0.5	-0.7
		4	2		9	
11	1.25	0.2	0.9	0.2	0.1	-0.4
		7	4		9	
9	1.05	0.2	0.7	-0.6	0.3	-0.7
		6	9		7	
6	0.65	0.1	0.8	-0.3	1.0	0.2
		6	9		2	
14	0.53	0.1	1.1	0.6	0.9	0.0
		9	1		6	
7	0.25	0.1	0.7	-1.3	0.6	-0.5
		4	7		5	
2	-0.12	0.1	1.3	1.4	1.4	1.5
		9	7		4	
3	-0.15	0.2	0.9	0.0	0.9	0.0
		3	4		5	
1	-0.16	0.3	1.0	0.3	1.0	0.3
		2	6		7	
15	-0.34	0.2	1.0	0.2	0.8	-0.1
		6	3		7	
12	-0.64	0.2	1.0	0.2	0.9	0.1
		5	3		7	
13	-0.81	0.2	1.2	0.7	1.1	0.5
		2	5		5	
8	-0.90	0.1	0.7	-1.1	0.8	-
		3	6		6	0.1
10	-1.32	0.2	0.9	-0.1	0.7	-0.5
		4	0		8	
4	-1.44	0.2	1.1	0.5	0.7	-0.2
		4	0		3	

Adapun untuk dua butir soal yang lainnya (nomor 11 dan nomor 9) mempunyai nilai MNSQ yang kurang dari 0,5 yang berarti kedua

butir soal tersebut datanya terlalu mudah diprediksi sehingga memungkinkan kesalahan dengan reliabilitas yang tinggi. Kedua butir soal tersebut memuat konten tentang dinamika partikel hukum I Newton. Adapun jumlah butir soal tentang I Newton yaitu berjumlah lima butir soal dari keseluruhan butir soal yang diuji cobakan (yaitu nomor, 3,7,9,10 dan 11). Dengan demikian, ada beberapa butir soal FCI yang digunakan untuk mengukur kemajuan belajar memiliki nilai *fit statistic* yang tidak sesuai dengan kriteria yang diharapkan.



Gambar 3. Wright Map; *Measure* merupakan nilai skala logit untuk kemampuan siswa dan kesulitan butir soal, bagian sebelah kiri garis merupakan siswa yang mengikuti uji coba setiap “X” mengindikasikan satu siswa, sebelah kanan garis merupakan butir soal untuk P4 berarti, Pertanyaan nomor 4.

Distribusi tingkat kesulitan butir soal dan kemampuan peserta tes dapat digambarkan melalui Wright map yang ditunjukkan oleh gambar 3 Bagian sebelah kiri merupakan tingkatan kemampuan siswa. Semakin besar nilai logit yang ditempati mengindikasikan maka tingkatan kemampuan siswanya pun

semakin tinggi begitu pun dengan tingkat kesulitan butir soal [11]. Berdasarkan Gambar 3 butir soal nomor 4 (P4) merupakan butir soal yang nilai logitnya berada di paling bawah nilai sehingga siswa yang nilai logitnya berada diatas nilai logit soal nomor 4 (P4) memiliki probabilitas untuk mengerjakan butir soal tersebut dengan benar adalah sangat besar dan untuk siswa yang berada pada nilai logit yang sama dengan soal nomor 4 (P4) memiliki probabilitas 50% untuk menjawab soal tersebut dengan benar. Adapun untuk butir soal nomor 5, 11 dan 9 berada di atas tingkatan kemampuan semua peserta tes sehingga probabilitas siswa untuk menjawab soal tersebut dengan benar adalah sangat kecil.

Karakteristik instrumen yang diperoleh berdasarkan hasil uji cobadapat dilihat dari nilai *item reliability* dan *item separation index*. Nilai *item reliability* yang didapatkan dari hasil analisis yaitu 0,92 yang berarti *item reliability* tersebut berada dalam kategori yang sangat bagus yang mengindikasikan bahwa butir soal yang digunakan memiliki tingkat kesulitan yang bervariasi. Variasi tingkat kesulitan butir soal dapat di interpretasi dari nilai *item separation index*. Nilai *item separation index* yang diperoleh yaitu 3,49 yang berarti butir soal berdasarkan tingkat kesulitannya dapat dikelompokkan ke dalam empat kategori ($3,49 \approx 4$). Adapun nilai *person reliability* yang diperoleh yaitu 0,71 yang berarti *person reliability*-nya berada dalam kategori cukup. Semakin tinggi *person reliability* maka rentang kemampuan peserta tesnya pun semakin tinggi. *Person reliability* ini berguna untuk mengeksplorasi kemampuan siswa. Adapun nilai *alpha cronbach* yang diperoleh yaitu 0,56 yang berarti reliabilitas gabungan antara butir dan *person* dalam kategori jelek.

Tabel 3. Kelompok kemampuan siswa

Kelompok	Jumlah Siswa	Rata-rata Tingkat kemampuan	Standar Deviasi
Laki-laki	20	-0,18	0,68
Perempuan	21	-0,35	0,67
Kelas 10	11	-0,66	0,56
Kelas 11	23	-0,36	0,58
Kelas 12	7	0,65	0,13

Berdasarkan tabel 3 diperoleh informasi bahwa rata-rata kemampuan siswa laki-laki cenderung lebih besar dari rata-rata kemampuan siswa perempuan namun perbedaan kemampuan tersebut tidak signifikan ($t=0,0081$, $p=0,9936$, $p>0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan siswa terhadap butir soal yang diujikan tidak dipengaruhi jenis kelamin.

Tingkat kemampuan siswa sebanding dengan tingkatan kelasnya seperti yang ditunjukkan dalam tabel 3. Kemampuan siswa kelas 11 cenderung lebih tinggi dari kemampuan siswa kelas 10. Perbedaan kemampuan antara siswa kelas 11 dengan kelas 10 tidak signifikan ($t=1,4261$, $p=0,1635$, $p>0,05$). Tingkat kemampuan kelas 12 lebih tinggi jika dibandingkan kelas 10 dan kelas 11. Terdapat perbedaan kemampuan yang signifikan antara kelas 12 dengan kelas 10 ($t=6,0234$, $p=0,0001$, $p<0,05$) dan kelas 12 dengan kelas 11 ($t=4,5202$, $p=0,0001$, $p<0,05$). Jadi, instrumen FCI yang di adaptasi dapat digunakan untuk menilai kemajuan belajar gaya dan gerak.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh diketahui bahwa instrumen FCI yang di adaptasi dapat digunakan untuk menilai kemajuan belajar gaya dan gerak. Instrumen FCI yang di adaptasi secara keseluruhan memiliki nilai statistik yang baik dan sesuai dengan kriteria model pengukuran yang digunakan, walaupun ada dua butir soal (nomor 9 dan nomor 11) yang memiliki nilai *fit statistic* lebih kecil dari kriteria. Instrumen FCI yang di adaptasi sesuai dengan yang diharapkan dalam kemajuan belajar yaitu, semakin tinggi tingkatan kemampuan yang dimiliki siswa maka tingkatan pemahaman dalam kemajuan belajarnya pun semakin tinggi. Adapun implikasi bagi penelitian selanjutnya yaitu instrumen FCI yang di adaptasi dapat digunakan untuk mengetahui profil kemajuan belajar siswa, mengevaluasi desain pembelajaran yang di tunjukan untuk meningkatkan kemajuan belajar gaya dan gerak dan digunakan dalam penilaian untuk mengetahui tingkatan pemahaman yang dimiliki siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Singapore Secondary Schools.
International Journal of Science and Mathematics Education, 1-20.

- [1] National Research Council. (2007). *Taking Science to School : Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington, D.C: National Academies Press.
- [2] Corcoran, T., Mosher, F. A., & Rogat, A. (2009). *Learning Progression in Science An Evidence-based Approach to Reform*. Columbia : Center on Continuous Instructional Improvement.
- [3] Alonzo, A. C., & Steedle , J. T. (2008). Develpoing and Assesing a Force Motion Learning Progression . *Wiley Interscience*, 93: 389-421.
- [4] Neumann , I., Fulmer, G. W., & Liang , L. L. (2013). Analyzing the FCI based on a Force and Motion Learning Progression . *Science Education Review Letters* , 2013: 8-14.
- [5] Fulmer, G. W., Liang, L. L., & Liu, X. (2014). Applying a Force and Motion Learning Progression over an Extended Time Span Using the Force Concept Inventory. *International Journal of Science Education*, 36(17) : 2918-2936.
- [6] Hadeheldt, J. C., Bernholt , S., Liu, X., & Prachmann , I. (2013). Using Ordered Multiple-Choice to Assess Student's Understanding of Structure and Composition of Matter. *Journal of Chemical Education*, 90: 1602-1608.
- [7] Retnawati, H. (2014). *Teori Respons Butir dan Penerapannya*. Yogyakarta: Nuha Medika.
- [8] Nababan, M., Nuraeni, A., & Sumardiono. (2012). Pengembangan Model Kualitas Terjemahan. *Kajian Linguistik dan Sastra*, 24(1): 39-57.
- [9] Polit,D.F.,& Beck, C.T. (2006).The Content Validity Index : Are You Sure You Know What's Being Reported? Crituque and Recommendation. *Research in Nursing*, 29:489-497.
- [10] Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2013). *Aplikasi Model Rasch untuk Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*. Cimahi: Trikom Pulishing House.
- [11] Fulmer, G. W. (2014). Validating Proposed Learning Progression on Force and Motion Using the Force Concept Inventory : Finding from