

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab 3 ini diuraikan berturut-turut tentang paradigma penelitian, desain dan metode penelitian, perangkat pembelajaran, karakteristik tes, subyek dan obyek penelitian, serta koleksi dan analisis data penelitian.

A. Paradigma Penelitian

Paradigma merupakan kerangka konseptual atau cara pandang untuk memahami suatu realitas. Dalam konteks penelitian, paradigma digunakan sebagai istilah untuk mendeskripsikan pendekatan penelitian yang diterapkan oleh peneliti (Taber, 2013). Paradigma penelitian dapat dipandang sebagai sistem keyakinan dan praktik bagaimana peneliti memilih pertanyaan penelitian, dan sekaligus juga metode yang digunakannya dalam menemukan fakta dan analisis (Alise & Teddlie, 2010; Baker, 2015).

Sains dikembangkan melalui proses menghasilkan ide-ide dan mengujinya dengan bukti empiris, tetapi mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam mengembangkan ide-ide ilmiah untuk menjelaskan fenomena alam. Meskipun beberapa buku yang diterbitkan meliputi penyelidikan ilmu pengetahuan, tetapi biasanya tidak memberikan dukungan dan bimbingan yang diperlukan untuk membantu peserta didik dengan prosedur inkuiri, tetapi hanya mengharuskan peserta didik untuk menyatakan hipotesis dan desain eksperimen untuk mengujinya.

Konten materi IPBA yang belum merujuk pada prinsip-prinsip esensial literasi BA, capaian pembelajaran IPBA yang masih rendah, belum optimalnya penggunaan akuisisi data sebagai media pembelajaran IPBA, serta pembelajaran IPBA yang tidak memberikan dukungan dan bimbingan untuk membantu peserta didik merumuskan hipotesis, menjadi alasan utama dilaksanakannya penelitian ini. Berdasarkan hasil penelitian Oh (2008), dalam penelitian ini diasumsikan bahwa peran dosen sangat penting untuk mendukung peserta didik dalam penyelidikan ilmiah.

Literasi dan keterampilan berpikir kritis dapat ditumbuh kembangkan melalui proses pembelajaran (Liliasari, 2010; Phan, 2010; Jurecki & Wander, 2012; Abrami dkk., 2014). Tes pada program pendidikan untuk mengukur keduanya memang tidak mudah, tetapi sesungguhnya format tes pilihan ganda, dengan struktur taksonomi Bloom yang tepat, dapat digunakan untuk membuat tes berpikir tingkat tinggi (Young & Shawl, 2013). Atas dasar asumsi teoretik dan praktek inilah, maka untuk menentukan fakta dan menganalisis penguasaan konsep BA (PKBA), literasi BA (LBA) dan keterampilan berpikir kritis BA (KBKBA), penelitian ini menggunakan paradigma positivistik, yaitu merujuk pada penelitian dalam sains yang menitikberatkan pengujian-pengujian hipotesis dengan eksperimen terkendali, randomisasi, dan analisis statistik inferensial, untuk menemukan generalisasi dalam fenomena pembelajaran inkuri abduktif. Dalam pengumpulan datanya, bertumpu pada desain, prosedur dan tes standar yang telah ditetapkan sebelumnya.

Pada sisi lain, penelitian ini juga ingin memperoleh pemahaman modus atau tipe inkuri abduktif yang terjadi pada implementasi model pembelajaran yang dikembangkan. Hipotesis yang terkait dengan fenomena BA sering tidak teramati atau peristiwa masa lalu atau efek sejarah, untuk menyimpulkan kondisi yang diamati. Pembentukan hipotesis seperti ini sejalan dengan karakteristik inkuri abduktif (Kleinhans dkk., 2010; Oh, 2010; Raholm, 2010). Oleh karena itu, penelitian inipun menggunakan paradigma konstruktif. Paradigma konstruktif memiliki beberapa kriteria yang membedakannya dengan paradigma lainnya, yakni ontologi, epistemologi, dan metodologi.

Pada ontologi konstruktif kenyataan dilihat sebagai hal yang tunggal tetapi realitasnya bersifat majemuk, dan maknanya berbeda untuk setiap orang. Pada epistemologi, peneliti menggunakan pendekatan subjektif karena dengan cara itu dapat menjabarkan pembentukan makna individu. Pada metodologi, menggunakan berbagai jenis pembentukan dan menggabungkan dalam sebuah konsensus. Proses ini melibatkan aspek hermeunetik dan dialektik. Hermeunetik merupakan aktivitas dalam memaknai teks, percakapan, tulisan, atau gambar. Dialektika menggunakan dialog supaya subjek yang diteliti dapat ditelaah pemikirannya, sehingga harmonitas komunikasi dan interaksi dicapai secara maksimal.

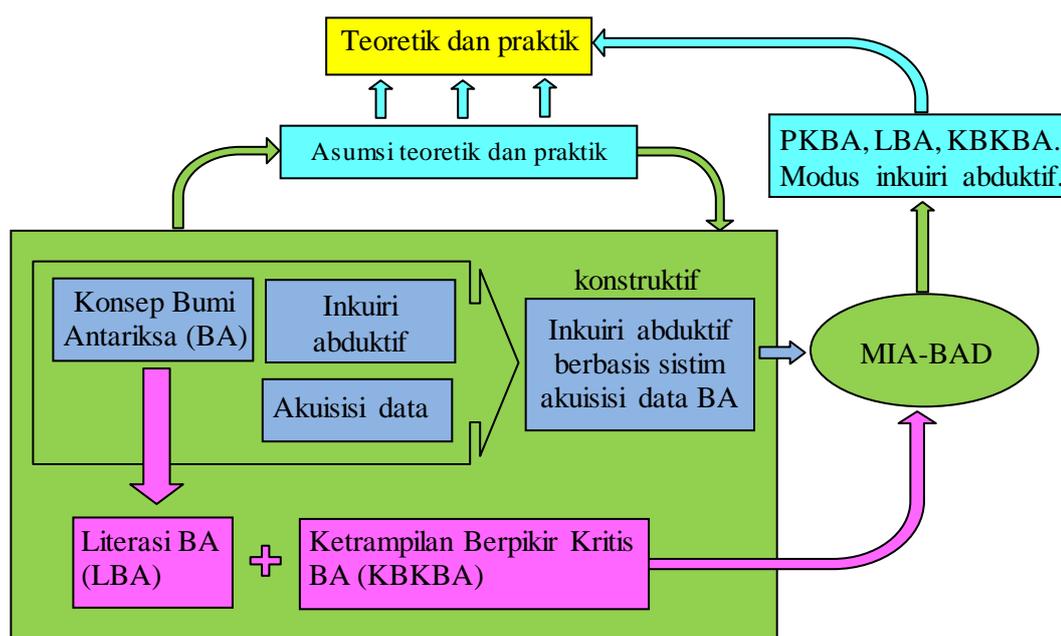
Taufik Ramlan Ramalis, 2016

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN MODEL INKUIRI ABDUKTIF BERBASIS SISTEM AKUISISI DATA UNTUK MENINGKATKAN LITERASI DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS BUMI DAN ANTARIKSA CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Paradigma konstruktif digunakan untuk mengidentifikasi tipe inkuiri abduktif, keunggulan dan keterbatasan MIA-BAD, dan aktivitas dosen yang dapat membantu mahasiswa merumuskan hipotesis dalam keterlibatannya pada MIA-BAD. Dalam pengumpulan datanya dilaksanakan observasi dan dialog secara fleksibel yang dilakukan oleh dosen dengan memanfaatkan banyak cara, berdasarkan prediksi tipe abduktif pada materi pembelajaran.

Dari pembahasan diatas, tampak bahwa penelitian ini menggunakan kedua paradigma penelitian (kuantitatif dan kualitatif) secara terintegrasi dalam bentuk metode campuran (*mixed methods*). Tujuan menggabungkan desain penelitian kuantitatif dan kualitatif adalah untuk mempertahankan kekuatan dan mengurangi kelemahan di kedua desain kuantitatif dan kualitatif (Caruth, 2013). Analisis seperti ini diharapkan memberikan kontribusi dari aspek teoretik dan praktik. Paradigma penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Paradigma penelitian

B. Desain dan Metode Penelitian

Berdasarkan pada paradigma, permasalahan dan jenis datanya, desain penelitian yang digunakan adalah *Mixed Methods* dengan pendekatan *Embedded Experimental Model Control Group Design*. Model ini memiliki data kualitatif

Taufik Ramlan Ramalis, 2016

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN MODEL INKUIRI ABDUKTIF BERBASIS SISTEM AKUISISI DATA UNTUK MENINGKATKAN LITERASI DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS BUMI DAN ANTARIKSA CALON GURU FISIKA

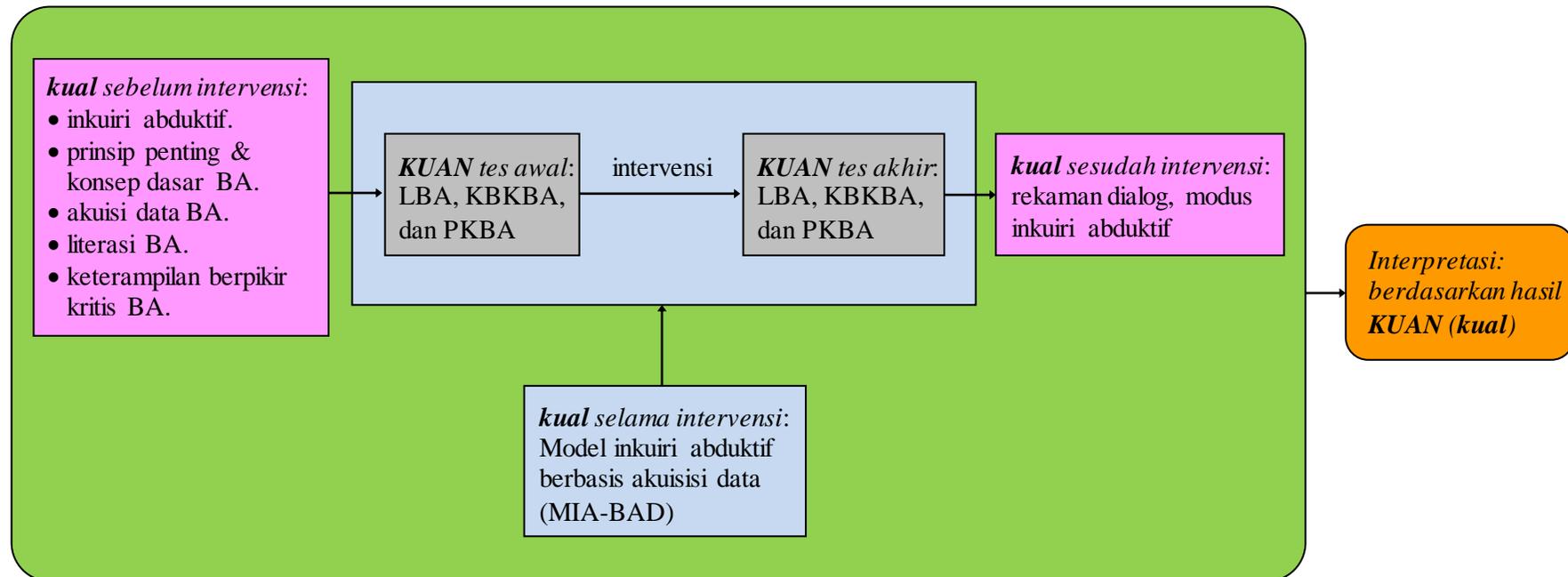
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

yang melekat dalam desain eksperimental. Prosedur *embedded design* adalah memadukan (*mix*) seperangkat data yang berbeda jenisnya dalam satu desain. Prioritas model ini kuantitatif, dengan data kualitatif melekat pada metodologi ini (Creswell & Clark, 2007). Metode penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 3.2. Metoda ini dipilih karena pertanyaan penelitian menuntut pengumpulan jenis data kualitatif dan kuantitatif, dan untuk melengkapi atau menjelaskan satu sama lainnya (Bryant, 2011).

Pada *kual sebelum intervensi*, data-data kualitatif berupa inkuiri abduktif, prinsip esensial dan konsep dasar BA, keterampilan berpikir kritis dan literasi BA, diperoleh dari hasil *field study*, studi literatur, serta analisis dan sintesis jurnal. Pada tahap ini dihasilkan silabus dan SAP, kisi-kisi model pembelajaran, materi pembelajaran inkuiri abduktif, serta perangkat tes literasi BA, KBKBA, dan penguasaan konsep BA. SAP disusun berbasis pada KKNI (Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia), dengan capaian pembelajaran (*learning outcomes/LO*) dielaborasi dari LO program studi.

Pada *KUAN tes awal*, menggali informasi awal penguasaan konsep BA, KBK, dan literasi BA dari peserta didik melalui perangkat tes yang telah dievaluasi, bagian ini sering dikenal dengan *tes awal*. *Intervensi* berupa kegiatan pembelajaran inkuiri abduktif berbasis akuisisi data, sambil mengidentifikasi dan mengumpulkan informasi aktivitas peserta didik selama kegiatan pembelajaran tersebut (*kual selama intervensi*). Informasi aktivitas peserta didik ini berupa dialog tanya jawab dosen dengan peserta didik dan dialog diantara peserta didik sendiri, dan laporan kegiatan kelompok.

Setelah *intervensi*, penguasaan konsep BA, KBK, dan literasi BA peserta didik diukur kembali pada *KUANtes akhir*, bagian ini sering dikenal dengan *posttest*. Hasil analisis informasi aktivitas peserta didik selama intervensi dan hasil pengukuran akhir ini, menjadi masukan untuk meningkatkan kualitas model pembelajaran inkuiri abduktif (*kual sesudah intervensi*). Setelah seluruh rangkaian tahapan selesai, kemudian dianalisis dan diinterpretasikan berdasarkan data kualitatif dan kuantitatif tersebut pada tahap *Interpretasi: berdasarkan hasil KUAN (kual)*.



Gambar 3.2 Desain *embedded experimental model* (adaptasi dari Creswell, 2009)

Huruf besar **KUAN** menunjukkan kuantitatif yang dominan, huruf kecil **kual** menunjukkan kualitatif yang melengkapi

C. Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran dalam penelitian ini merupakan keseluruhan dokumen yang digunakan dalam pembelajaran, yang terdiri dari silabus, satuan acara perkuliahan (SAP), model pembelajaran, alat dan media pembelajaran, serta evaluasi pembelajaran. Evaluasi pembelajaran yang dimaksud di sini merupakan tes, berupa tes penguasaan konsep BA, tes KBK, dan tes literasi BA. Semua tes tersebut berbentuk pilihan ganda dengan empat opsi pilihan.

Meskipun tes dengan format pilihan ganda sering dikesampingkan karena tampaknya untuk fokus hanya pada informasi faktual, tetapi format pilihan ganda dapat digunakan untuk membuat tes yang menguji berpikir tingkat tinggi (Young & Shawl, 2013). Mengonstruksi tes pilihan ganda, selain harus memperhatikan daya pembeda dan tingkat kesukaran, juga harus memperhatikan opsi pengecoh. Untuk mengetahui kualitas butir tes diperlukan analisis karakteristik butir tes, sehingga kekuatan atau kelemahan tes dapat diketahui.

Untuk menjaga kesatuan dan keterkaitan antara semua perangkat pembelajaran, disusun kisi-kisi model pembelajaran dan tes. Kisi-kisi ini berisi keterkaitan diantara: materi pokok dan sub materi pokok, materi pembelajaran, penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis, dan literasi BA.

Materi pokok dan sub materi pokok ditentukan dari konsep-konsep dasar dan prinsip penting BA, yang merujuk pada standar isi Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP, 2013), *Atmospheric Science Literacy Framework, Literacy Astronomy* (NOAA & AAAS, 2009), *Earth Science Literacy Framework* (NSF, 2010), dan *Standards for Educators: Earth and Space Science* (IDE, 2010).

Model pembelajaran berisi akuisisi data dan inkuiri abduktif. Akuisisi data menggunakan alat-alat yang digunakan dalam pembelajaran pada sub materi tertentu. Inkuiri abduktif berisi prediksi modus inkuiri abduktif dari kegiatan dan tugas proyek dari sub materi tersebut.

Tes penguasaan konsep BA terdiri dari 40 soal, dengan indikator capaian pembelajaran (*learning outcome*) mengacu pada materi pokok/ sub materi pokok IPBA yang telah disusun departemen. Tes KBK disusun dengan mengadaptasi keterampilan utama dan sub keterampilan KBK hasil konsensus *APA Delphi Research Project*. Seperti sudah dijelaskan pada bab 2, KBK ini terdiri dari 6

keterampilan. Setiap keterampilan disusun 3 buah soal, sehingga tes KBK berjumlah 18 soal. Tes literasi BA mengadaptasi dari *TOSL (test of scientific literacy)* yang dikembangkan oleh Gormally. Literasi BA dalam penelitian ini terdiri dari 8 sub keterampilan. Setiap keterampilan disusun 3 buah soal, sehingga tes literasi BA berjumlah 24 soal.

D. Karakteristik Tes

Bentuk tes berupa pilihan ganda dengan empat opsi pilihan. Perangkat pembelajaran dan tes ini ditelaah (*judgment*) oleh dua orang ahli, dan hasil *judgment* menjadi masukan untuk revisi. Aspek yang ditelaah oleh ahli mencakup materi dan konstruksi tes, seperti diperlihatkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Aspek tes yang ditelaah

A). Materi

1. Tes sesuai dengan indikator capaian pembelajaran.
 2. Materi yang ditanyakan sesuai dengan kompetensi.
 3. Pilihan jawaban homogen dan logis.
 4. Hanya ada satu kunci jawaban.
-

B). Konstruksi

5. Pokok tes dirumuskan dengan singkat, jelas, dan tegas.
 6. Rumusan pokok tes dan pilihan jawaban merupakan pernyataan yang diperlukan saja.
 7. Pokok tes tidak memberi petunjuk kunci jawaban.
 8. Pokok tes bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda.
 9. Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi.
 10. Gambar, grafik, tabel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi.
 11. Panjang pilihan jawaban relatif sama.
 12. Pilihan jawaban yang berbentuk angka disusun berdasarkan urutan besar kecilnya angka atau kronologisnya.
 13. Item tes tidak bergantung pada jawaban tes sebelumnya.
-

Setelah revidi dan revisi berdasarkan masukan dari para ahli, perangkat tes ini diuji coba (*field test*) dan dievaluasi dengan teori tes klasik (*classical test theory*) dan teori respon butir (*item response theory*). Untuk mengetahui karakteristik tes, semua tes (PKBA, KBK, dan LBA) diuji coba pada mahasiswa yang telah mengambil matakuliah IPBA. Evaluasi tes dilakukan dengan teori tes klasik dan teori respon item.

1. Teori Tes Klasik (*Classical Test Theory/CTT*)

Analisis dengan teori tes klasik yang dilakukan adalah menentukan standar deviasi, validitas, reliabilitas, daya pembeda dengan koefisien korelasi point biserial (r_{pbis}), dan tingkat kesukaran (p) dengan rata-rata jawaban yang benar. Validitas tes dihitung dengan korelasi point biserial antar masing-masing skor butir soal dengan skor total. Dipakai point biserial karena data yang dikorelasikan adalah data nominal dengan data interval. Rumus point biserial menggunakan:

$$r_{pbis} = \frac{M_p - M_t}{S_t} \sqrt{\frac{p}{q}} \quad \dots (3.1)$$

dengan,

r_{pbis} : Koefisien korelasi poin biserial

M_p : Rata-rata skor yang menjawab butir dengan benar

M_t : Rata-rata skor total

S_t : Simpangan baku

p : proporsi yang menjawab butir dengan benar

q : 1-p

Oleh karena validitas dihitung dengan poin biserial (r_{pbis}), maka sekaligus ini juga menunjukkan daya pembeda setiap butir tes.

Uji reliabilitas tes dilakukan dengan cara menghitung koefisien konsistensi internal karena bentuk tesnya objektif, sehingga datanya dikhotomi, dan menggunakan persamaan Kuder Richardson (KR-20), dengan rumus:

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{s^2 - \sum pq}{s^2} \right) \quad \dots (3.2)$$

dengan,

Taufik Ramlan Ramalis, 2016

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN MODEL INKUIRI ABDUKTIF BERBASIS SISTEM AKUISISI DATA UNTUK MENINGKATKAN LITERASI DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS BUMI DAN ANTARIKSA CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

r_{11} : koefisien reliabilitas

n : jumlah butir tes

s^2 : varians skor total

Tingkat kesukaran (p) butir tes ditentukan dengan rata-rata skor dari butir tersebut. Tingkat kesukaran (p) dikelompokkan menjadi sukar ($p \leq 0,3$), sedang ($0,3 < p < 0,7$), dan mudah ($p > 0,7$), serta pengelompokkan butir tes yang baik mengacu pada $r_{pbis} \geq 0,4$ (Coladarci dkk., 2011). Kemudian dibuat grafik sebaran tingkat kesukaran (p) terhadap daya pembeda (r_{pbis}), sehingga sekaligus bisa diketahui butirtes yang rendah dan kelompok tingkat kesukarannya.

2. Teori Respon butir (*Item Respons Theory/IRT*)

IRT merupakan metoda analisis untuk butirtes berdasarkan kemampuan (*latent trait*) individu peserta tes, bukan berdasarkan kemampuan kelompok peserta seperti pada teori tes klasik. Jenis-jenis IRT bergantung pada parameter yang digunakan, yakni: model satu parameter logistik (1PL), dua parameter logistik (2PL) dan tiga parameter logistik (3PL). Masing-masing persamaan ketiga model berturut-turut sebagai berikut (DeMars, 2010):

$$P_i(\theta) = \frac{e^{Da(\theta-b_i)}}{1+e^{a(\theta-b_i)}} \quad (3.3)$$

$$P_i(\theta) = \frac{e^{Da_i(\theta-b_i)}}{1+e^{Da_i(\theta-b_i)}} \quad (3.4)$$

$$P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) \frac{e^{Da_i(\theta-b_i)}}{1+e^{Da_i(\theta-b_i)}} \quad (3.5)$$

dengan

$P_i(\theta)$: probabilitas peserta dengan kemampuan θ yang dapat menjawab butir ke i dengan benar.

θ : tingkat kemampuan peserta tes, estimasi variabel laten.

D : faktor skala yang nilainya 1,7.

a_i : daya pembeda butir ke- i .

b_i : tingkat kesukaran butir ke- i .

c_i : faktor tebakan semu butir ke- i .

i : 1, 2, 3 ... n .

Taufik Ramlan Ramalis, 2016

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN MODEL INKUIRI ABDUKTIF BERBASIS SISTEM AKUISISI DATA UNTUK MENINGKATKAN LITERASI DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS BUMI DAN ANTARIKSA CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

n : banyaknya butir dalam tes.

Model logistik 1 parameter (1PL) atau dikenal dengan *Rasch model*, menitikberatkan pada satu parameter, yakni tingkat kesukaran item (b). Model logistik 2 parameter (2PL), melibatkan dua parameter yakni tingkat kesukaran item (b) dan daya pembeda item (a). Model logistik 3 parameter (3PL), melibatkan tiga parameter yakni tingkat kesukaran item (b) dan daya pembeda item (a) serta faktor tebakan (c). Dari persamaan-persamaan ketiga model IRT tersebut, tampak bahwa model 2PL merupakan kasus khusus dari model 3PL ketika faktor tebakan $c_i = 0$. Dan model 1PL merupakan kasus khusus dari model 2PL ketika daya pembeda $a_i = a$.

Syarat utama digunakannya IRT yakni unidimensi, independensi lokal, dan invariansi parameter. Unidimensi dapat diketahui dari nilai Eigen matrik korelasi antar butir pada setiap tes, kemudian dibuat grafik nilai Eigen terhadap jumlah komponen (DeMars, 2010). Jika terdapat satu komponen yang paling dominan dibandingkan faktor yang lain, maka dapat dikatakan terdapat satu faktor dominan yang mendasari para peserta memberikan respon pada butir tes. Dominansi faktor pertama pada setiap tes tersebut menunjukkan terpenuhinya unidimensi sebagai syarat asumsi dalam menggunakan IRT (Kohli dkk., 2014).

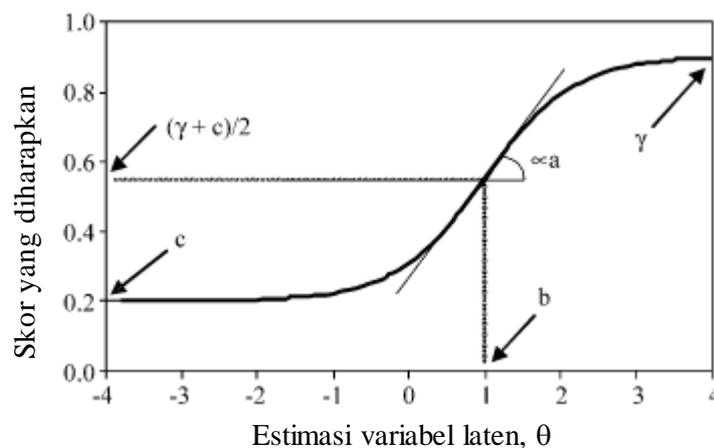
Selain asumsi unidimensionalitas, dikenal juga asumsi independensi lokal atau *local independence*, fokusnya adalah pada ketergantungan antar pasangan butir (DeMars, 2010; Liu & Olivares, 2012). Artinya, apabila kemampuan-kemampuan yang mempengaruhi performansi dijadikan konstan, maka respons subjek pada pasangan butir manapun juga akan independen secara statistik satu sama lain. Hal-hal yang dispesifikasikan dalam model yang merupakan faktor satu-satunya yang memiliki pengaruh terhadap respons yang ditunjukkan subyek (Brown & Olivares, 2011).

Analisis dengan teori respon butir yang dilakukan adalah menentukan parameter butir tes (faktor tebakan/*guessing*, daya beda, dan tingkat kesukaran) dengan metoda *maximum Likelihood*. Setiap parameter pada 1PL, 2PL, dan 3PL untuk masing-masing tes, dihitung dengan menggunakan perangkat lunak *eirt versi 1.3.0* yang diunduh dari: <http://sourceforge.net/projects/libirt/files/eirt/eirt->

1.3/. Perangkat lunak ini dipilih karena penggunaannya yang relatif mudah dan kompetibel dengan MS Excel.

Kemudian analisis tes dilakukan berdasarkan kurva karakteristik butir. Kurva karakteristik butir merupakan fungsi matematika yang menghubungkan antara probabilitas menjawab benar suatu butir dengan kemampuan peserta.

Parameter setiap butir tes merupakan *slope* (a), *threshold* (b), dan *asymptote* (c) dari kurva karakteristik butir. Jumlah dari semua kurva karakteristik butir merupakan kurva karakteristik tes, yang diperlihatkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Kurva karakteristik tes

Dari kurva karakteristik tes tersebut, kemampuan (estimasi variabel laten) dapat dikelompokkan menjadi rendah, sedang, dan tinggi, dengan deskripsi seperti pada Tabel 3.2 (DeMars, 2010).

Tabel 3.2 Kategori estimasi variabel laten

Estimasi variabel laten	Kategori
$\theta \leq b-0,5$	Rendah
$b-0,5 < \theta < b+0,5$	Sedang
$\theta \geq b+0,5$	Tinggi

Informasi masing-masing model tersebut dijelaskan melalui fungsi informasi atau *information function* (IF). IF merupakan fungsi sampai sejauh mana model yang dipilih 1PL, 2PL, atau 3PL, mampu memberikan informasi tentang estimasi kemampuan peserta. Semakin tinggi puncak IF, makin informatif

Taufik Ramlan Ramalis, 2016

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN MODEL INKUIRI ABDUKTIF BERBASIS SISTEM AKUISISI DATA UNTUK MENINGKATKAN LITERASI DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS BUMI DAN ANTARIKSA CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

pula model yang dipilih mampu menjelaskan *traits-level* para peserta tes. Secara matematis, fungsi informasi butir (IF) dinyatakan dengan persamaan:

$$IF_i(\theta) = \frac{1}{P_i(\theta)\{1-P_i(\theta)\}} \left\{ \frac{\partial P_i(\theta)}{\partial \theta} \right\}^2 \quad (3.6)$$

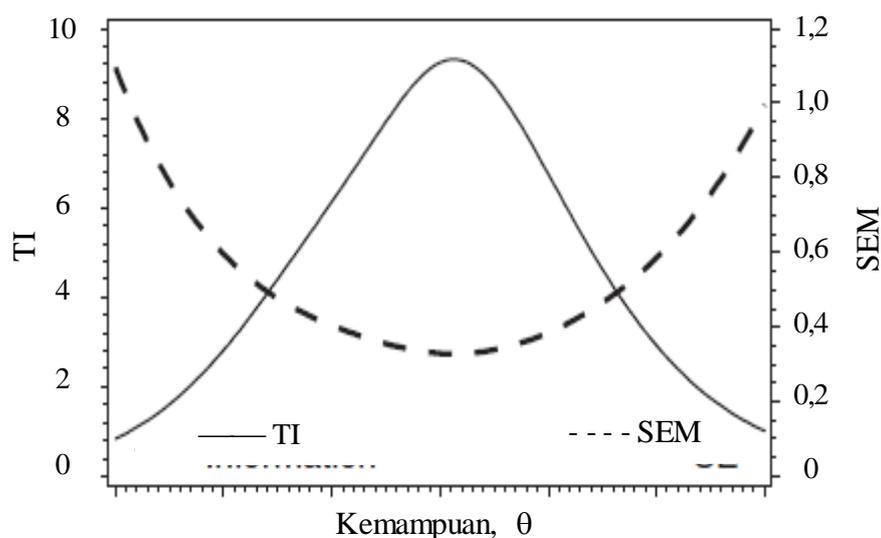
Turunan $\frac{\partial P_i(\theta)}{\partial \theta}$ menunjukkan gradien pada kurva karakteristik item. Koefisien arah yang maksimum terjadi pada bagian paling curam. Hal ini terjadi pada nilai parameter tingkat kesulitan (b) pada model 1PL dan 2PL, yang sedikit lebih besar dari parameter tingkat kesulitan (b) pada model 3 PL. Pada model 2PL dan 3PL, IF akan meningkat jika parameter daya pembeda (a) bertambah besar. IF pada model 3PL akan meningkat jika parameter faktor tebakan (c) semakin kecil. Akumulasi dari keseluruhan fungsi informasi butir akan diperoleh fungsi informasi tes atau *test information* (TI), yang secara matematis formulanya adalah:

$$TI(\theta) = \sum IF_i(\theta) \quad (3.7)$$

Presisi model dapat dilihat pula dengan berdasarkan pada kesalahanstandar pengukuran atau *standard error of measurement* (SEM). SEM merupakan fungsi kebalikan dengan IF, semakin tinggi TI, semakin rendah SEM. SEM untuk tiap-tiap kemampuan θ , dinyatakan dengan persamaan:

$$SEM(\theta) = \frac{1}{\sqrt{TI(\theta)}} \quad (3.8)$$

Bentuk umum dari grafik TI dan SEM ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Bentuk umum TI dan SEM

Berdasarkan pada grafik TI dan SEM setiap tes, akan diperoleh model IRT (1PL, 2 PL, atau 3PL) yang paling baik untuk masing-masing tes LBA, KBKBA, dan PKBA tersebut. Pemilihan model IRT yang paling baik ini dilakukan dengan mengidentifikasi grafik TI yang mempunyai puncak paling tinggi, atau grafik SEM yang mempunyai lembah paling rendah. Kemudian, berdasarkan kemampuan pada model IRT yang terpilih, dapat ditentukan kelompok kemampuan setiap peserta didik pada masing-masing tes tersebut.

E. Subyek dan Obyek Penelitian

Subyek penelitian adalah mahasiswa angkatan 2013, peserta matakuliah IPBA semester Genap tahun ajaran 2014-2015 di departemen pendidik Fisika FPMIA UPI. Kelas kontrol dan kelas eksperimen masing-masing jumlah mahasiswanya 30 orang. Kelas eksperimen dibagi menjadi enam kelompok, setiap kelompok anggotanya berjumlah 5 orang mahasiswa. Pada kelas eksperimen diterapkan pembelajaran MIA-BAD, dan pada kelas kontrol menggunakan pembelajaran semi eksperimen yang biasa dilakukan. Jadi perbedaan utamanya diantara kedua subyek penelitian ini terdapat pada pengalaman belajarnya.

Berdasarkan studi pendahuluan kedua kelas ini mempunyai karakteristik yang sama, hal ini teridentifikasi dari perolehan nilai matakuliah Fisika Dasar I yang variansinya homogen diantara kedua kelas tersebut. Karakteristik subyek

Taufik Ramlan Ramalis, 2016

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN MODEL INKUIRI ABDUKTIF BERBASIS SISTEM AKUISISI DATA UNTUK MENINGKATKAN LITERASI DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS BUMI DAN ANTARIKSA CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

kedua kelas ini, diidentifikasi juga dari hasil uji koparatif nonparametrik *Mann-Whitney* yang memperlihatkan tidak ada perbedaan nilai tes awal LBA, KBKBA, dan PKBA, antara MIA-BAD dengan kelas kontrol

Obyek yang diteliti adalah aktivitas peserta didik pada pelaksanaan MIA-BAD, literasi BA, keterampilan berpikir kritis BA, dan penguasaan konsep BA pada kelas MIA-BAD dan kelas kontrol. Pembelajaran pada kelas eksperimen dilaksanakan oleh peneliti, sedangkan pada kelas kontrol dilaksanakan oleh dosen lain sesama pengampu matakuliah IPBA. Jadi pemilihan kelas MIA-BAD dan kelas kontrol ini berdasarkan pada *purposive sampling*.

F. Koleksi dan Analisis Data

Pada pemaparan berikutnya dijelaskan tentang koleksi dan analisis data kualitatif dan data kuantitatif. Ini tidak berarti terdapat pemisahan analisis diantara keduanya, karena sesuai dengan desain penelitian yang sudah dibahas pada bagian A, bahwa analisis akhir sesungguhnya dari kedua jenis data tersebut.

1. Data Kualitatif

Data kualitatif diperoleh dari pelaksanaan model perkuliahan pada kelas eksperimen berupa catatan dan rekaman aktivitas enam kelompok peserta didik, serta dokumen laporan tugas masing-masing kelompok dalam melaksanakan model perkuliahan inkuiri abduktif. Koleksi data sesuai dengan tahap *kual selama intervensi* yang tercantum pada desain penelitian Gambar 3.1. Keenam kelompok dinyatakan dengan kelompok A, B, C, D, E, dan F. Masing-masing kelompok melakukan pembelajaran berupa tugas proyek seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Materi Pembelajaran Kelompok yang Diteliti

Kelompok	Materi
A	Bentuk dan ukuran Bumi
B	Angin darat dan angin laut
C	Orbit Bulan
D	Dampak energi kinetik
E	Gerak dan posisi Matahari
F	Cincin planet Saturnus

Data kualitatif berupa catatan dan rekaman aktivitas peserta didik, dialog diantara mahasiswa, dan dialog mahasiswa dengan dosen. Data tersebut dianalisis sehingga dapat diidentifikasi alur dan tipe inkuiri abduktif yang muncul dan bentuk silogismenya. Silogisme merupakan suatu proses penalaran untuk membuat kesimpulan dari dua proposisi (pernyataan atau premis mayor dan premis minor) dan sebuah konklusi (kesimpulan). Kemudian dari tipe abduktif yang muncul pada setiap kelompok, dilacak perubahan kemampuan (variabel laten) yang diperoleh pada PKBA, KBK dan LBA.

Selain itu, dari catatan dan rekaman dialog serta aktivitas peserta didik, dapat diidentifikasi keunggulan dan keterbatasan MIA-BAD, serta faktor-faktor yang membantu peserta didik dalam merumuskan hipotesis ilmiah. Hasil identifikasi ini akan menjadi masukan untuk meningkatkan kualitas perangkat pembelajaran. Kegiatan ini sebagai tahap *kual sesudah intervensi* seperti yang tercantum pada desain penelitian.

2. Data Kuantitatif

Data kuantitatif dari kelas eksperimen dan kelas kontrol berupa tes awal dan tes akhir literasi BA, keterampilan berpikir kritis BA, dan penguasaan konsep BA, masing-masing diperoleh dengan tes LBA, KBKBA, dan PKBA. Uji perbedaan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen dari masing-masing tes menggunakan uji tidak berpasangan (*independent test*), karena data berasal dari sampel yang berbeda. Untuk mengetahui perbedaan tes awal dan tes akhir dari masing-masing tes menggunakan uji berpasangan (*dependent test*), karena data berasal dari sampel yang sama. Sejauh mana perbedaan tes awal dan tes akhir akan ditentukan dari gain yang dinormalisasi, dengan formula (Stewart & Stewart, 2010):

$$\langle g \rangle = \frac{S_{akhir} - S_{awal}}{S_{mak} - S_{awal}} \quad (3.9)$$

dengan,

$\langle g \rangle$: gain yang dinormalisasi

S_{akhir} : skor tes akhir

S_{awal} : skor tes awal

S_{mak} : skor maksimum

Taufik Ramlan Ramalis, 2016

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN MODEL INKUIRI ABDUKTIF BERBASIS SISTEM AKUISISI DATA UNTUK MENINGKATKAN LITERASI DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS BUMI DAN ANTARIKSA CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Skor tes maksimum, tes akhir dan tes awal, dapat didefinisikan untuk setiap individu atau rata-rata untuk populasi. Rata-rata gain yang dinormalisasi $\langle \bar{g} \rangle$ pada sekelompok siswa dapat ditentukan dengan rata-rata g untuk seluruh siswa dalam kelompok. Sebagai alternatif, rata-rata g untuk kelompok dapat diperoleh dengan menerapkan persamaan (3.9) dengan skor rata-rata untuk kelompok (Baoa, 2006).

Uji normalitas semua data menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*, yakni membandingkan distribusi data (yang akan diuji normalitasnya) dengan distribusi normal baku. Formula *Kolmogorov-Smirnov* diperlihatkan pada persamaan (3.10). Jika nilai D_{mak} hitung lebih besar dari tabel pada taraf signifikansi 0,05 maka terdapat perbedaan yang signifikan, berarti distribusi data tersebut tidak normal. Jika nilai D_{mak} hitung lebih kecil dari tabel pada taraf signifikansi di atas 0,05 maka tidak terjadi perbedaan yang signifikan, berarti distribusi data tersebut normal.

$$D = |S_i(x) - F_{O_i}(x)|_{\text{maksimum}} \quad (3.10)$$

dengan,

$$S(x) = \frac{f_{\text{kumulatif}}}{\Sigma f}$$

$$F_o(x) = 0,5 - Z_{\text{tabel}}$$

$$Z = \frac{x - \bar{x}}{SD}$$

$i : 1 \dots n$; n jumlah data.

Apabila hasil uji *Kolmogorov Smirnov* menunjukkan distribusi data yang normal, maka akan dilakukan uji homogenitas variansi (persamaan 3.11). Uji parametrik komparatif akan dilakukan dengan uji-t untuk rata-rata dua sampel (persamaan 3.12).

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad (3.11)$$

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (3.12)$$

dengan,

n_1 : jumlah data sampel 1

n_2 : jumlah data sampel 2

S_1^2 : varians sampel 1

Taufik Ramlan Ramalis, 2016

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN MODEL INKUIRI ABDUKTIF BERBASIS SISTEM AKUISISI DATA UNTUK MENINGKATKAN LITERASI DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS BUMI DAN ANTARIKSA CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

S_2^2 : varians sampel 2

Apabila hasil uji *Kolmogorov Smirnov* menunjukkan distribusi data yang tidak normal, maka akan dilakukan uji homogenitas *Levene* (persamaan 3.13). Uji nonparametrik komparatif akan dilakukan dengan uji *Mann-Whitney* (persamaan 3.14) untuk dua arah (antara kelas kontrol dan kelas eksperimen).

Uji homogenitas *Levene*:

$$W = \frac{(n-k) \sum_{i=1}^k n_i (\bar{Z}_i - \bar{Z})^2}{(k-1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Z_{ij} - Z_i)^2} \quad (3.13)$$

dengan,

n : banyaknya observasi/sampel

k : banyaknya kelompok yang terjadi

Z_{ij} : $|Y - \bar{Y}|$

Z_i : rata-rata dari kelompok i

Z : rata-rata Z_{ij} (rata-rata menyeluruh)

Uji *Mann-Whitney*:

$$Z = \frac{U - \left(\frac{1}{2n_1n_2} \right)}{\sqrt{\frac{1}{12n_1n_2(n_1+n_2+1)}}} \quad (3.14)$$

dengan,

$U(x) = n_1n_2 + [(\frac{1}{2} n_2(n_2+1) - R(x))]$

$R(x)$: jumlah rangking tiap sampel

n_1 : banyaknya sampel pada sampel 1

n_2 : banyaknya sampel pada sampel 2

Untuk uji komparatif antara kelas kontrol dan kelas eksperimen (dua arah) menggunakan hipotesis:

H_0 : tidak ada perbedaan antara nilai LBA/KBKBA/PKBA kelas eksperimen dengan nilai kelas kontrol.

H_1 : terdapat perbedaan antara nilai LBA/KBKBA/PKBA kelas eksperimen dengan nilai kelas kontrol.

Secara matematik dinyatakan dengan:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ dan $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$.

Taufik Ramlan Ramalis, 2016

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN MODEL INKUIRI ABDUKTIF BERBASIS SISTEM AKUISISI DATA UNTUK MENINGKATKAN LITERASI DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS BUMI DAN ANTARIKSA CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

dengan μ_1 : rata-rata nilai kelas eksperimen.

μ_2 : rata-rata nilai kelas kontrol.

daerah kritis: $z > z_{(db, \frac{\alpha}{2})}$ dan $z < -z_{(db, \frac{\alpha}{2})}$

Gambaran daerah penerimaan dan daerah penolakan hipotesis tersebut, diperlihatkan pada Gambar 3.5.

Untuk uji komparatif antara tes awal dan tes akhir (satu arah) menggunakan hipotesis:

H_0 : tidak ada perbedaan antara nilai tes awal LBA/KBKBA/PKBA dengan nilai tes akhir LBA/KBKBA/PKBA.

H_1 : nilai tes akhir LBA/KBKBA/PKBA lebih besar dari nilai tes awal LBA/KBKBA/PKBA.

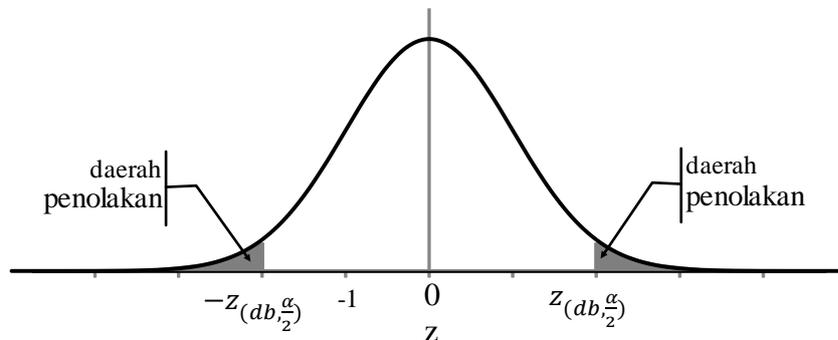
Secara matematik dinyatakan dengan:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ dan $H_1: \mu_2 > \mu_1$.

dengan μ_1 : rata-rata nilai tes awal.

μ_2 : rata-rata nilai tes akhir.

daerah kritis: $z > z_{(db, \alpha)}$



Gambar 3.5 Uji hipotesis eksperimen dan kontrol

Apabila data berdistribusi normal, hubungan antara LBA, KBKBA, dan PKBA, dicari melalui melalui tes korelasi *product moment* dengan formulanya seperti pada persamaan (3.15)

$$r = \frac{n \sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}} \quad (3.15)$$

dengan,

\bar{x} : rata-rata sampel x.

\bar{y} : rata-rata sampel y.

Taufik Ramlan Ramalis, 2016

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN MODEL INKUIRI ABDUKTIF BERBASIS SISTEM AKUISISI DATA UNTUK MENINGKATKAN LITERASI DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS BUMI DAN ANTARIKSA CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Bila data berdistribusi tidak normal, hubungan antara LBA, KBKBA, dan PKB, dicari melalui korelasi *Kendall Tau*, dengan formulasi pada persamaan 3.16.

$$\tau = \frac{C-D}{C(n,2)} \quad (3.16)$$

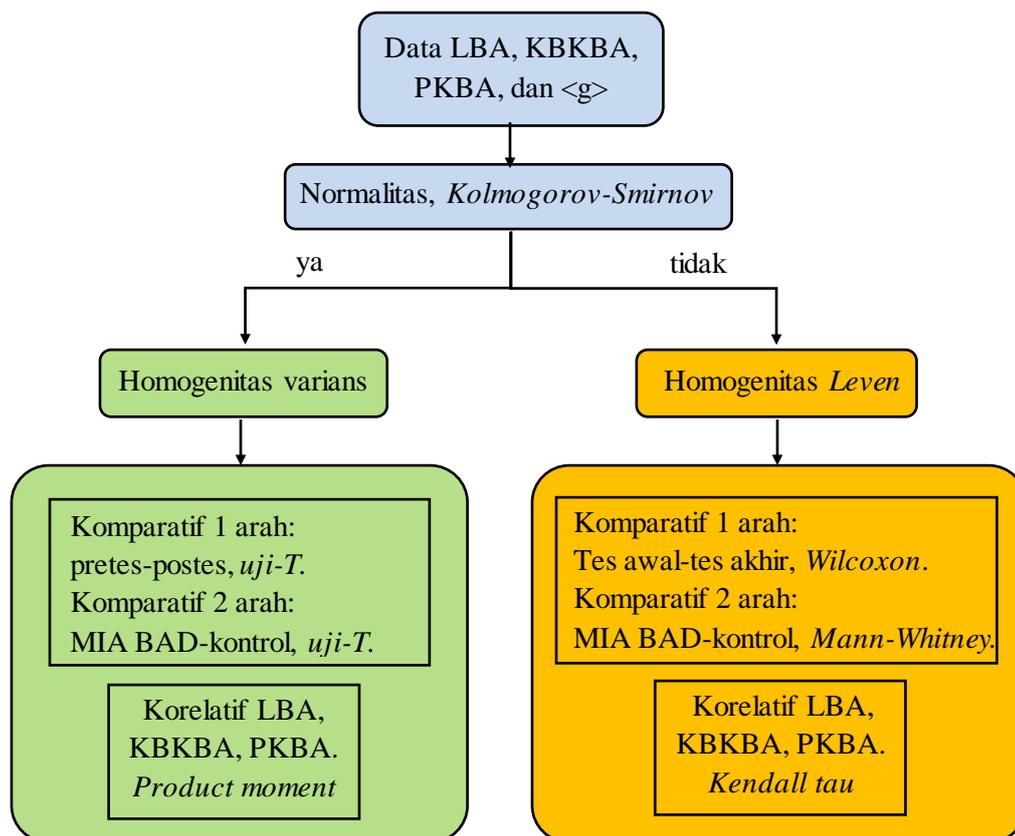
dengan,

C : jumlah pasangan yang sesuai.

D : jumlah pasangan yang tidak sesuai

Pasangan sesuai, jika $(x_i > x_j \text{ dan } y_i > y_j)$ atau $(x_i < x_j \text{ dan } y_i < y_j)$. Tidak sesuai, jika $(x_i > x_j \text{ dan } y_i < y_j)$ atau $(x_i < x_j \text{ dan } y_i > y_j)$. Jika $x_i = x_j$ atau $y_i = y_j$ maka hubungan tidak dihitung.

Berdasarkan pembahasan tersebut, pengolahan data kuantitatif penelitian ini dapat digambarkan seperti Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Pengolahan data kuantitatif LBA, KBKBA, dan PKBA

Analisis IRT dilakukan melalui kurva karakteristik tes LBA, KBKBA dan PKBA, untuk diidentifikasi perubahan kemampuan (variabel laten) peserta didik sebelum dan sesudah MIA-BAD. Berdasarkan kurva ini juga, diidentifikasi

Taufik Ramlan Ramalis, 2016

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN MODEL INKUIRI ABDUKTIF BERBASIS SISTEM AKUISISI DATA UNTUK MENINGKATKAN LITERASI DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS BUMI DAN ANTARIKSA CALON GURU FISIKA

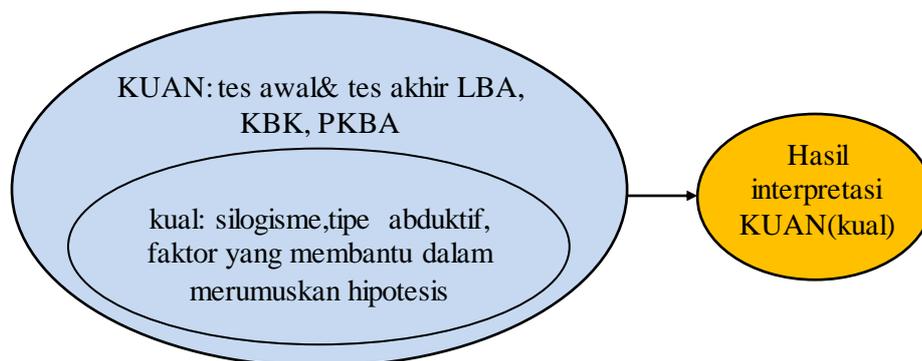
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

keunggulan dan keterbatasan masing-masing tes tersebut, untuk melengkapi analisis kualitatif MIA-BAD.

3. Data KUAN(kual)

Analisis kuantitatif dengan IRT dilakukan dengan menentukan kemampuan peserta didik (*latent variable estimates*) dari model parameter logistik yang terpilih untuk setiap tes (LBA,KBKBA dan PKBA), baik untuk hasil tes awal maupun hasil tes akhir. Dari kurva karakteristik setiap tes, peserta tes dapat ditentukan perubahan kelompok kemampuannya, sebelum dan sesudah pembelajaran MIA-BAD.

Kelompok kemampuan ini dihubungkan dengan hasil analisis data kualitatif, berupa temuan silogisme modus atau tipe inkuiri abduktif yang muncul, dan temuan faktor-faktor yang membantu peserta didik dalam merumuskan hipotesis. Analisis KUAN (kual) ini dapat diperlihatkan seperti pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Interpretasi KUAN(kual)

METODOLOGI PENELITIAN.....	48
A. Paradigma Penelitian	48
B. Desain dan Metode Penelitian	50
C. Perangkat Pembelajaran.....	53
D. Karakteristik Tes.....	54
1. Teori Tes Klasik (Classical Test Theory/CTT)	55
2. Teori Respon butir (Item Respons Theory/IRT).....	56
E. Subyek dan Obyek Penelitian	60
F. Koleksi dan Analisis Data	61
1. Data Kualitatif.....	61
2. Data Kuantitatif.....	62
3. Data KUAN (kual).....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Paradigma penelitian.....	50
Gambar 3.2 Desain <i>embedded experimental model</i> (adaptasi dari Creswell, 2009).....	52
Gambar 3.3 Kurva karakteristik tes	58
Gambar 3.4 Bentuk umum TI dan SEM.....	60
Gambar 3.5 Uji hipotesis eksperimen dan kontrol	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.6 Pengolahan data kuantitatif LBA, KBKBA, dan PKBA.....	66
Gambar 3.7 Interpretasi KUAN(kual).....	67