

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Kajian pustaka ini akan menjelaskan teori-teori yang digunakan sebagai landasan dalam penelitian ini.

A. Konsepsi Siswa

Konsepsi erat hubungannya terhadap konsep. Konsepsi merupakan kata kerja untuk memahami konsep. Oleh karena itu, akan dijelaskan terlebih dahulu mengenai konsep dalam matematika.

1. Konsep

Konsep adalah ide abstrak yang dapat digunakan untuk mengadakan klasifikasi atau penggolongan. Banyak konsep yang digunakan seseorang tidak didefinisikan secara formal. Konsep seperti ini dipelajari melalui pengalaman, namun digunakan dalam konteks yang tidak tepat. Nantinya, konsep ini dicermati maknanya dan ditafsirkan melalui sebuah definisi.¹

Konsep merupakan ide abstrak dalam matematika yang memungkinkan seseorang mengklasifikasikan sebuah objek dan menerangkan apakah objek tersebut termasuk contoh atau bukan contoh.² Demikian juga ketika siswa mampu menentukan atau mengklasifikasikan benda-benda atau bangun ruang manakah yang termasuk golongan kubus atau balok, maka siswa tersebut dapat dikatakan menguasai konsep.

Adapun menurut Ausubel, konsep adalah benda-benda, kejadian-kejadian, situasi-situasi, atau ciri-ciri yang memiliki ciri khas dan yang terwakili dalam setiap budaya oleh suatu tanda atau simbol.³ Jadi dapat dikatakan bahwa konsep

¹ Kusaeri, K. (2012). *Pengembangan Tes Diagnostik dengan Menggunakan Model DINA, untuk Mendapatkan Informasi Salah Konsepsi dalam Aljabar* (Doctoral dissertation, UNY), 4.

² Depdiknas. *Pedoman Khusus Pengembangan Sistem Penilaian Berbasis Kompetensi SMP*. Jakarta: Depdiknas. 2003. 18

³ Bakri, M., & Payu, C. S. (2013). *Analisis Konsepsi Calon Guru Fisika Terhadap Konsep Gaya Menurut Hukum-Hukum Newton Tentang Gerak*. KIM Fakultas Matematika dan IPA, 1(1)

merupakan simbol yang mewakili suatu kondisi atau objek-objek tertentu.

Konsep menurut Goodwin merupakan unsur terkecil dan mendasar dari proses berfikir.⁴ Oleh karena itu konsep merupakan hal penting dalam belajar matematika. Jika siswa tidak memahami konsep matematika, mereka akan mengalami kesulitan dalam memecahkan masalah matematika. Arti kata lain pemahaman siswa terhadap suatu konsep juga sangat berpengaruh terhadap kemampuan berpikir siswa.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa konsep merupakan ide abstrak yang mampu menggolongkan atau mengklasifikasikan objek yang diwakili oleh suatu simbol yang mempunyai karakteristik yang sama. Pemikiran tersebut dapat di representasikan dalam bentuk sebuah konsep matematika.

2. Konsepsi

Konsepsi dalam kamus besar bahasa indonesia dimaknai sebagai pengertian, pendapat atau paham.⁵ Menurut Duit konsepsi adalah representasi mental mengenai ciri-ciri dunia luar atau domain-domain teoritik.⁶ Konsepsi merupakan perwujudan dari interpretasi seseorang terhadap suatu objek yang diamati yang sering bahkan selalu muncul sebelum pembelajaran, sehingga sering diistilahkan konsepsi pembelajaran.⁷ Adapun Suparno mendefinisikan konsepsi sebagai kemampuan memahami konsep, baik yang diperoleh melalui interaksi dengan lingkungan maupun konsep yang diperoleh dari pendidikan formal.⁸ Kelly dan Thompson menyatakan konsepsi adalah representasi mental dari fenomena yang nyata.⁹

⁴ Kusaeri, Pengembangan Tes diagnostik . . . 4

⁵ Kamus Besar Bahasa Indonesia.

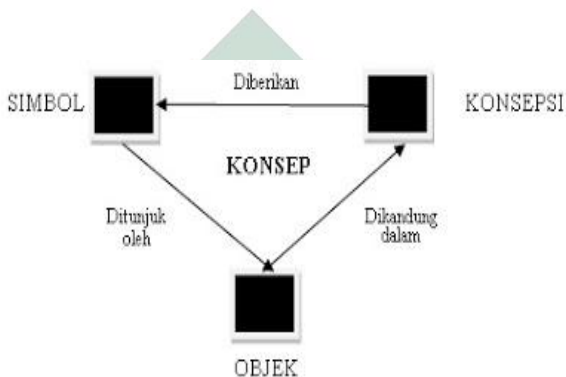
⁶ M.B BAKRI, Disertasi Doktor, “*Analisis Konsepsi Calon Guru Fisika Terhadap Konsep Gaya Menurut Hukum-Hukum Newton Tentang Gerak*”, (Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo, 2014), 7.

⁷ Ibid.

⁸ Ibid.

⁹ Gavin T.L. brown and Gerrit H.F. Hirschfeld, “ Students’ Conception of Assessment : Links to outcomes”, *Assesment in education : Principles, Policy & Practice*, 5:1, (March 2008), 3.

Zetterberg menguraikan tiga unsur yang berbentuk konsep, yakni: simbol, objek dan konsepsi. Ihalauw menggambarkan hubungan ketiga unsur konsep seperti diperlihatkan oleh Gambar 1. Walaupun pengkategorian tersebut tidak diperuntukkan secara khusus pada matematika, namun dapat juga diaplikasikan kedalam konteks matematika.¹⁰



Gambar 2.1
Hubungan Unsur-Unsur Konsep.¹¹

Unsur pertama konsep adalah simbol. Matematika merupakan sekumpulan simbol-simbol. Matematika merupakan bahasa simbolik. Simbol dalam matematika adalah suatu huruf, angka, atau tanda yang mewakili suatu bilangan, operasi atau suatu hasil pikiran matematika. Segala sesuatu hasil pemikiran matematika akan di representasikan dalam bentuk simbol. Materi geometri didalamnya ada simbol-simbol yang sering muncul, seperti simbol sudut (\angle), sejajar ($//$), tegak lurus (\perp), dan lain sebagainya.

Unsur yang kedua adalah objek. Menurut Gangne secara garis besar ada 2 macam objek yang dipelajari siswa dalam matematika, yaitu objek langsung dan objek tidak

¹⁰ Gavin T.L. brown and Gerrit H.F. Hirschfeld, Students' Conception . . . 28

¹¹ Diadaptasi dari Kusaeri, Pengembangan Tes diagnostik . . . 28

langsung.¹² Objek langsung terdiri dari fakta, konsep, operasi dan prinsip. Fakta atau abstrak berupa kesepakatan dalam matematika untuk memperlancar pembicaraan-pembicaraan dalam matematika, seperti lambang-lambang. Konsep adalah ide abstrak yang dapat digunakan untuk menggolongkan atau mengklasifikasi sekumpulan objek. Operasi merupakan prosedur dalam matematika yang merupakan proses untuk mencari suatu hasil tertentu. Prinsip adalah suatu pernyataan yang bernilai benar, yang memuat dua konsep atau lebih dan menyatakan hubungan antara konsep-konsep tersebut. Objek-objek tak langsung dari pembelajaran matematika meliputi kemampuan berpikir atau mental.¹³

Unsur yang ketiga adalah konsepsi merupakan pemahaman siswa terhadap suatu konsep. Setiap siswa mencoba memahami konsep dari berbagai sumber. Suparno mendefinisikan konsepsi sebagai kemampuan memahami konsep, baik yang diperoleh melalui interaksi dengan lingkungan maupun konsep yang diperoleh dari pendidikan formal.¹⁴

Jadi dapat disimpulkan konsepsi merupakan pendapat atau pemahaman siswa pada suatu konsep melalui interaksi langsung dengan lingkungan. Pemahaman seorang siswa akan bersifat subjektif karena dipengaruhi pengalaman diri siswa. Oleh karena itu dimungkinkan terbentuknya konsepsi setiap siswa akan berbeda-beda tergantung pada keluasaan informasi yang dimiliki siswa.

a. Teori Terbentuknya Konsepsi Matematika

1) Teori Reifikasi

Menurut Sfard konsep-konsep matematika berkaitan dengan dua macam konsepsi, yakni konsepsi operasional dan struktural. Konsepsi operasional merupakan konsepsi yang mengandung makna proses, algoritma atau kegiatan. Sementara itu, konsepsi struktural merupakan konsepsi yang menggambarkan

¹² Purwoko, "Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar 3", diakses dari staff.uny.ac.id, pada tanggal 20 Desember 2016.

¹³ Ibid.

¹⁴ Paul Suparno. *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep Pendidikan Fisika*. Jakarta: Grasindo. (2005). 5.

suatu konsep sebagai sesuatu yang statis, yang terdapat pada suatu tempat dan disuatu saat.¹⁵

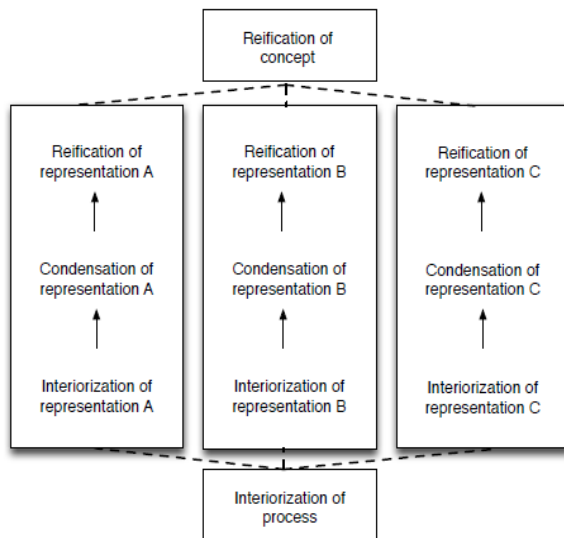
Konsepsi operasional terbentuk mendahului konsepsi struktural. Sehingga konsepsi struktural terbentuk lebih lama dan lebih sulit. Berdasarkan kedua jenis konsepsi tersebut, Sfard membagi proses pembentukan konsepsi pada diri anak melalui serangkaian tahapan, yakni interiorisasi (*interiorization*), kondensasi (*condensation*), dan reifikasi (*reification*).¹⁶

Interiorisasi merupakan suatu tahapan dimana siswa melakukan operasi terhadap objek-objek matematika pada tahapan yang rendah. Sfard menggambarkan tahapan kondensasi sebagai tahapan yang ditandai dengan munculnya konsepsi baru. Reifikasi merupakan suatu tahapan dimana siswa dapat menerima konsep matematika sebagai suatu objek yang lengkap beserta karakteristik yang dimilikinya.¹⁷

¹⁵ Kusaeri, Pengembangan Tes diagnostik . . . 30

¹⁶ Kusaeri, Pengembangan Tes diagnostik . . . 30-31

¹⁷ Ibid. halaman 31-32



Gambar 2.2
Skema tahapan reifikasi konsep matematika yang sama.¹⁸

Keterangan:

- Pasti terjadi
- - → Belum pasti terjadi

Skema tersebut merepresentasikan penguraian reifikasi dari representasi. Pemahaman konseptual dapat berkembang secara terpisah dan merepresentasikannya secara berbeda. Namun konsep tersebut tidak akan terreifikasi sebelum siswa menyadari bahwa representasi yang berbeda, sebenarnya mewakili objek matematika yang sama.¹⁹ Garis putus-putus pada skema di atas menjelaskan bahwa proses tersebut belum terjamin akan terjadi. Jika siswa masuk pada tahapan proses interiorisasi maka masih ada kemungkinan siswa

¹⁸ Jensen, M.H. (2013). Students' conceptual understanding of functions at upper secondary level. 36.

¹⁹ Ibid, halaman 37

merepresentasikan proses ini kedalam bentuk yang berbeda-beda, namun hal ini masih belum pasti akan terjadi. Begitupun pada tahapan reifikasi representasi. Siswa belum pasti akan menuju reifikasi konsep. Pemahaman siswa terhadap suatu konsep itu berbeda-beda, sehingga representasi dari konsep tersebutpun akan berbeda. Jika siswa memahami perbedaan tersebut menunjukkan objek yang sama, maka akan terjadi proses reifikasi yang baik.

2) Teori APOS

Action-Process-Object-Schema (APOS) adalah sebuah teori konstruktivis tentang bagaimana seorang siswa belajar suatu konsep matematika. Teori ini menjelaskan bagaimana proses terbentuknya konsepsi pada diri siswa. Teori APOS didasarkan pada hipotesis tentang hakekat pengetahuan matematis dan bagaimana pengetahuan tersebut berkembang. Teori ini dikemukakan oleh Dubinsky pada 2001, yakni pengetahuan matematis seorang siswa pada hakekatnya merupakan kecenderungan yang dimilikinya untuk merespon situasi masalah matematis yang dihadapi melalui refleksi atas masalah itu.²⁰

Teori APOS yang dikembangkan oleh Dubinsky dan kawan-kawan merupakan hasil elaborasi dari abstraksi reflektif yang diperkenalkan oleh Piaget dalam menjelaskan perkembangan berpikir logis pada anak-anak. Dubinsky memperluas ide ini untuk menjelaskan perkembangan berpikir matematika tingkat tinggi pada mahasiswa. Teori APOS mengasumsikan bahwa pengetahuan matematika yang dimiliki oleh seseorang merupakan hasil interaksi dengan orang lain dan hasil konstruksi-konstruksi mental orang tersebut dalam memahami ide-ide matematika. Konstruksi-konstruksi mental tersebut adalah: aksi (*action*), proses (*process*), objek (*object*), dan skema (*schema*) yang disingkat dengan APOS. Sering sejumlah konstruksi merupakan rekonstruksi

²⁰ Jensen, M.H “ Students’ conceptual. . . 33

dari sesuatu yang sudah ada, tetapi rekonstruksinya tidak persis sama seperti yang sudah ada sebelumnya.²¹

Ketika siswa mencoba memahami sebuah konsep matematika, maka akan dimulai dengan sebuah aksi mental, dimana siswa akan melakukan proses berfikir dan mengkonstruksinya kedalam sebuah objek, lalu menggolongkan objek-objek tersebut menjadi sebuah skema.²² Hal di atas merupakan tahapan pemahaman konsep pada diri siswa yang diyakini dalam teori ini.

Konsepsi aksi adalah perubahan yang dirasakan oleh individu karena adanya pengaruh dari luar. Perubahan terjadi karena adanya reaksi terhadap isyarat dari luar yang memberikan rincian tepat tentang langkah-langkah yang harus diambil.²³ Konsepsi proses merupakan transformasi internal tentang suatu objek.²⁴ Aksi diulang-ulang kemudian individu merenungkan akan proses pengulangan tersebut, langkah ini berubah menjadi proses. Artinya konstruksi internal yang dibuat dengan melakukan tindakan yang sama, tetapi belum tentu tindakannya diarahkan oleh rangsangan dari luar.²⁵

Seorang siswa dikatakan telah memiliki sebuah konsepsi objek tentang konsep matematika apabila mereka telah mampu memperlakukan konsep itu sebagai sebuah objek kognitif yang mencakup kemampuan untuk melakukan aksi atas objek tersebut serta memberikan penjelasan tentang sifat-sifatnya.²⁶ Suatu skema matematika merupakan kumpulan dari

²¹ I Made Arwana, “ Mengembangkan Kemampuan Mahasiswa dalam Memvalidasi Bukti pada Aljabar Abstrak Melalui Pembelajaran Berdasarkan Teori APOS” , *Jurnal Matematika dan Sains, Universitas Andalas Padang*, 14: 2, (Juni, 2009), 64.

²² Kusaeri, Pengembangan Tes diagnostik . . . 33

²³ Mahmudah, S. (2014). Analisis tingkat pemahaman peserta didik pada materi besaran dan satuan menggunakan teori APOS (studi kasus kelas X MA Tajul Ulum Brabo Grobogan tahun pelajaran 2014/2015)(Doctoral dissertation, UIN Walisongo), 30.

²⁴ Kusaeri, Op. Cit., hal 34

²⁵ Mahmudah, Op.Cit, hal 30

²⁶ Kusaeri, Op. Cit., hal 34.

konsepsi aksi, proses dan objek serta skema yang telah terkonstruksi sebelumnya, sehingga membentuk struktur matematika yang diperlukan untuk memecahkan suatu problem matematika.²⁷

b. Model-Model Konsepsi

Tongchai mengadaptasi dari Bao dan Redish mengatakan bahwa ada tiga model konsepsi yang dimiliki siswa saat menjawab pertanyaan. Ketika siswa menjawab pertanyaan yang mempunyai konsep yang sama namun dalam bentuk yang berbeda, maka model konsepsi yang muncul yaitu: a) model konsepsi yang sesuai konsep ilmiah (konsep yang tepat); b) model alternatif konsepsi; c) Model konsepsi yang tidak diketahui dasar pengambilannya (hanya menebak/tidak paham konsep).²⁸

Model konsepsi yang sesuai konsep ilmiah (konsep yang tepat). Seorang dikatakan menggunakan model konsepsi yang sesuai dengan konsepsi ilmiah, apabila jawaban-jawaban yang diberikan dalam menyelesaikan suatu permasalahan sesuai dengan konsep yang disampaikan oleh para ahli, sehingga siswa dapat dikatakan paham konsep.²⁹ Agar memahami konsep maka hal yang harus dilakukan adalah memahami seluruh materi dengan baik dan tidak salah menafsirkan suatu materi. Arti kata lain model konsepsi ini merupakan tingkatan yang menyatakan siswa paham konsep.

Model alternatif konsepsi yang sering dikenal dengan miskonsepsi. Miskonsepsi dapat terjadi jika seorang siswa salah menafsirkan sebuah konsep. Suparno memandang miskonsepsi sebagai pengertian yang tidak akurat akan konsep, penggunaan konsep yang salah, klasifikasi contoh-contoh yang salah, kecacuan konsep-konsep yang berbeda, dan hubungan hierarkis konsep-konsep yang tidak benar.³⁰

²⁷ Kusaeri, Pengembangan Tes diagnostik . . . 35

²⁸ Apisit Tongchai, "Consistency of students' conceptions: an important issue in assessing students' conceptions", *The Institute for The Promotion of Teaching Science and Technology, Thailand*. 2.

²⁹ Ibid.

³⁰ Paul Suparno. Miskonsepsi dan Perubahan . . . 6

Salah konsep merupakan fenomena yang hingga kini masih menjadi perhatian para ahli dan peneliti pendidikan karena keberadaannya dipercaya proses asimilasi pengetahuan baru pada diri siswa.³¹ Menurut Bambico miskonsepsi terjadi karena kebingungan atau kekurangan pengetahuan. Apabila siswa sudah mengalami kebingungan pada suatu materi pokok dalam matematika maka dapat dipastikan, dalam materi pokok selanjutnya siswa juga akan mengalami kebingungan karena siswa tidak bisa menemukan keterkaitan antar materi pokok tersebut.³²

Model konsepsi yang tidak diketahui dasar pengambilannya (hanya menebak/tidak paham konsep). Tidak paham konsep adalah ketidaktahuan seseorang tentang konsep. Dikatakan tidak paham konsep jika siswa menjawab pertanyaan hanya dengan menebak tanpa mengetahui alasannya. Ciri lainnya dari konsepsi ini adalah siswa tidak mengerti sehingga respon tidak relevan dengan pertanyaan.³³

Model konsepsi dapat diidentifikasi dari jawaban siswa dan alasan dari jawaban siswa. Konsepsi merupakan aktivitas mental yang hanya bisa diungkapkan jika siswa mengemukakan pemikirannya secara lisan atau secara tertulis. Apabila siswa mengungkapkan konsepsinya tentang sebuah konsep maka akan diketahui apakah konsepsi siswa tersebut sesuai dengan para ahli atau tidak.

B. *Model Analisis Bao Dan Redish*

Model Analisis awalnya dikembangkan oleh Lee Bao tahun 2002, lalu disempurnakan dalam hal perhitungan dengan menggunakan matriks densitas oleh Bao dan Redish tahun 2006. Teknik ini digunakan untuk menganalisis konsistensi model

³¹ Wina Khoirul Umam, Identifikasi Konsepsi Siswa Pada Materi Hubungan Gaya dan Gerak Dikaitkan dengan Pengalaman Belajar: Studi Kasus di Kelas VIII SMP Terpadu Al-Anwar Trenggalek, Universitas Negeri Malang.

³² Ainiyah, L. A. (2015). *Identifikasi Miskonsepsi Siswa dalam Materi Geometri pada Pembelajaran Matematika Sisa Kelas VIII SMP Negeri Punggelan* (Doctoral dissertation, UNY)

³³ Asep Kadarohman, Miskonsepsi dan Sikap Pada Pelajaran Lemak Melalui Praktikum Pembuatan Sabun Transparan. UPI

konsepsi siswa. Teknik ini tidak mementingkan apakah jawaban siswa benar atau tidak. Teknik ini hanya berkonsentrasi pada model konsepsi yang digunakan oleh siswa.³⁴

Model Analysis merupakan teknik analisis yang digunakan untuk mengetahui model konsepsi yang digunakan siswa dalam menjawab pertanyaan. Lalu menganalisis konsistensi siswa dalam menggunakan model konsepsinya dengan soal pilihan ganda. *Model Analysis* terdiri dari dua algoritma yaitu faktor konsentrasi dan model perkiraan atau estimasi.³⁵

1. Faktor Konsentrasi

Faktor konsentrasi merupakan teknik untuk menganalisis distribusi jawaban siswa, yang mana memberikan informasi tentang model pemahaman siswa. Teknik ini akan memberikan informasi mengenai penyebaran jawaban dari siswa, apakah siswa memiliki jawaban yang sama satu sama lain atau jawaban siswa akan beragam. Apakah siswa mempunyai jawaban yang sama atau berbeda untuk mengetahuinya kita dapat menentukan faktor konsentrasi yang disimbolkan dengan *C*. Faktor konsentrasi yang mempunyai sebuah nilai antara 0 sampai 1, dimana angka satu menunjukkan nilai konsentrasi yang sangat tinggi. Artinya jawaban siswa berkumpul pada satu pilihan jawaban atau semua siswa mempunyai jawaban yang sama.

Tabel 2.1
Tingkatan Faktor Konsentrasi

Concentration (C)	Level
0 - 0,2	Rendah
0,21 – 0,5	Sedang
0,51 – 1,0	Tinggi

Jika mempertimbangkan banyaknya siswa disimbolkan dengan *N* dan banyaknya opsi pilihan pada

³⁴ Riska Mardiana, Skripsi: “*Analisis Konsistensi Konsepsi siswa Menggunakan Model Analisis Berdasarkan Pengalaman Belajar Fisika Pada Materi Gelombang*” (Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia, 2013), 29, diakses dari www.repository.upi.edu, pada tanggal 7 November 2016.

³⁵ Pornparat Wattanakasiwich and Supon Ananta, “ Model Analysis: A Quantum Approach to Analyze Student Understanding”, *Chiang Mai J. Sci.*, 36:1, (2009), 25.

pertanyaan yang disimbolkan dengan m , maka satu jawaban siswa pada pertanyaan ini dapat direpresentasikan dengan vektor m -dimensi $\vec{r}_k = (y_{k1}, \dots, y_{ki}, \dots, y_{km})$, dimana $k = 1, \dots, N$ merupakan nomor siswa ke- k . Contoh jika banyaknya siswa sebanyak 5 siswa, dan banyaknya pilihan sebanyak 4 pilihan maka dapat direpresentasikan kedalam vektor sebagai berikut :

$$\vec{r}_1 = (y_{11}, y_{12}, y_{13}, y_{14}) = (0, 1, 0, 0)$$

$$\vec{r}_2 = (y_{21}, y_{22}, y_{23}, y_{24}) = (1, 0, 0, 0)$$

$$\vec{r}_3 = (y_{31}, y_{32}, y_{33}, y_{34}) = (1, 0, 0, 0)$$

$$\vec{r}_4 = (y_{41}, y_{42}, y_{43}, y_{44}) = (1, 0, 0, 0)$$

$$\vec{r}_5 = (y_{51}, y_{52}, y_{53}, y_{54}) = (0, 0, 1, 0)$$

dimana 5 siswa diatas menjawab pertanyaan dengan jawaban yang berbeda-beda. Angka 0 menunjukkan bahwa siswa tidak memilih jawaban tersebut. Angka 1 menunjukkan bahwa siswa memilih jawaban tersebut. Kemudian semua jawaban siswa pada satu pertanyaan dijumlahkan dari total vektor jawaban:³⁶

$$\vec{r} = \sum \vec{r}_k = (n_1, \dots, n_i, \dots, n_m),$$

dimana n_i adalah total angka dari jawaban siswa yang memilih pilihan ke- i . Jika ada N siswa mengambil tes dan setiap siswa memberikan jawaban, maka di dapatkan formula $\sum_i^m n_i = N$. Contoh sebagai berikut:

$$\vec{r} = (0 + 1 + 1 + 1 + 0, \quad 1 + 0 + 0 + 0 + 0, \\ 0 + 0 + 0 + 0 + 1, \quad 0 + 0 + 0 + 0 + 0)$$

$$\vec{r} = \sum \vec{r}_k = (3, 1, 1, 0)$$

$$\sum_i^m n_i = 3 + 1 + 1 + 0 = 5$$

Panjang vektor dari salah satu jawaban siswa direpresentasikan pada vektor berikut :³⁷

$$r_0 = \frac{\sqrt{\sum_i^m n_i^2}}{N},$$

$$r_0 = \frac{\sqrt{11}}{5} = 0.66$$

dimana $\frac{1}{\sqrt{m}} \leq r_0 \leq 1$. Kemudian faktor konsentrasi, C bisa dihitung dari:³⁸

³⁶ Pornparat Wattanakasiwich and Supon Ananta, Model Analysis . . . 25.

³⁷ Ibid.

³⁸ Ibid.

$$C = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m}-1} \times \left(r_0 - \frac{1}{\sqrt{m}} \right)$$

$$C = \frac{\sqrt{4}}{\sqrt{4}-1} \times \left(0.66 - \frac{1}{\sqrt{4}} \right) = 0,3$$

Persamaan ini menunjukkan kondisi dimana N harus lebih besar dari m atau $N > m$. Karena faktor konsentrasinya 0.3 maka tingkat konsentrasi jawaban siswa sedang.

2. Model Estimasi

Bao dan Redish menunjukkan bahwa ketika siswa menjawab pertanyaan, isi pertanyaan yang memicu mereka untuk mengaktifkan atau membuat model tertentu. Pengembangan instrumen yang efektif harus dimulai dengan investigasi sistematis tentang kesulitan siswa dalam memahami konsep tertentu. Penelitian semacam itu sering bergantung pada wawancara rinci atau tes terbuka untuk mengidentifikasi model umum siswa dapat terbentuk sebelum, selama, dan setelah instruksi. Menggunakan hasil penelitian ini soal pilihan ganda bisa dikembangkan dimana pilihan pertanyaannya dirancang untuk menyelidiki siswa secara umum yang memiliki model yang berbeda.

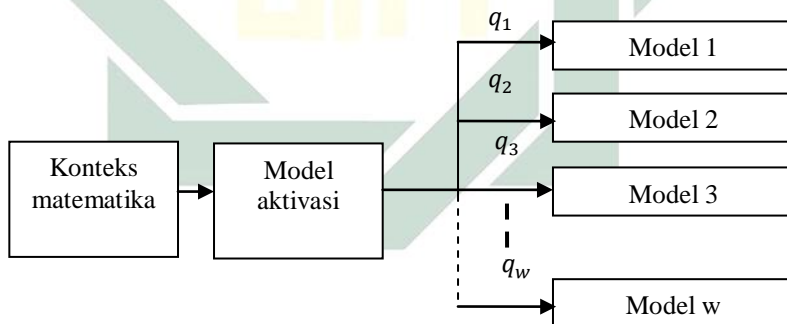


Diagram 2.1
Skema Model Aktivasi dalam Konteks Matematika.³⁹

³⁹ Diadaptasi dari Lee Bao dan Edward F. Redish, " Model Analysis : Representing and assessing the dynamics of student learning", *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 2: 1, (2006), 5.

Diagram representasi model pemicu, dimana $q_1, q_2, q_3, \dots, q_w$ merepresentasikan probabilitas untuk mengaktifkan atau menciptakan model khusus. Proses aktivasi model dapat diperlakukan sebagai proses pengukuran quantum. Penggunaan model siswa dalam konteks yang berbeda didefinisikan sebagai model bagian. Model siswa dan model bagian dapat diwakili dengan seperangkat model umum dalam ruang vektor linier yang disebut sebagai ruang model. Mirip dengan sistem quantum, masing-masing model yang umum dikaitkan dengan unsur basis ortonormal, \hat{e}_{η} disebut model vektor fisik yang mencakup ruang model. Simbol η merupakan nomor model umum suatu konsep tertentu. Vektor model ini dapat ditulis sebagai berikut:⁴⁰

$$e_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix} \quad e_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix} \quad \dots \quad e_w = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}$$

Sebuah instrumen yang nyaman untuk penelitian adalah berbasis pilihan ganda. Diberikan kepada siswa m pertanyaan pilihan ganda dengan jawaban tunggal pada konsep yang sama, dimana siswa menggunakan η model umum. Didefinisikan \vec{Q}_k sebagai vektor distribusi probabilitas k siswa diukur menggunakan m pertanyaan. Maka dapat ditulis:⁴¹

$$\vec{Q}_k = \begin{pmatrix} q_1^k \\ q_2^k \\ \vdots \\ q_w^k \end{pmatrix} = \frac{1}{m} \begin{pmatrix} n_{(1)}^k \\ n_{(2)}^k \\ \vdots \\ n_{(w)}^k \end{pmatrix}$$

dimana q_{η}^k merepresentasikan probabilitas untuk siswa ke- k dalam menggunakan model η dalam menyelesaikan pertanyaan, dan $n_{(\eta)}^k$ merepresentasikan banyaknya pertanyaan yang dijawab siswa ke- k menggunakan model η . Jadi kita mempunyai persamaan:⁴²

⁴⁰ Pornparat Wattanakasiwich and Supon Ananta, Model Analysis. . . 5-6

⁴¹ Lee Bao dan Edward F. Redish, Model Analysis . . . 6

⁴² Ibid.

$$\sum_{\eta=1}^w n_{(\eta)}^k = m$$

Kemudian akan direpresentasikan model bagian dari setiap k siswa dalam sebuah kelas dengan sebuah panjang vektor dalam ruang vektor:⁴³

$$\mathbf{u}_k = \begin{pmatrix} \sqrt{q_1^k} \\ \sqrt{q_2^k} \\ \vdots \\ \sqrt{q_w^k} \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{m}} \begin{pmatrix} \sqrt{n_{(1)}^k} \\ \sqrt{n_{(2)}^k} \\ \vdots \\ \sqrt{n_{(w)}^k} \end{pmatrix}$$

Karena ada 3 model respon siswa terhadap sebuah pertanyaan yang menggunakan konsep yang sama, dengan $w = 3$, dapat ditulis:⁴⁴

$$\mathbf{D}_k = \{\rho_{\eta\mu}^k\} = \frac{1}{m} \begin{bmatrix} n_{(1)}^k & \sqrt{n_{(1)}^k n_{(2)}^k} & \sqrt{n_{(1)}^k n_{(3)}^k} \\ \sqrt{n_{(2)}^k n_{(1)}^k} & n_{(2)}^k & \sqrt{n_{(2)}^k n_{(3)}^k} \\ \sqrt{n_{(3)}^k n_{(1)}^k} & \sqrt{n_{(3)}^k n_{(2)}^k} & n_{(3)}^k \end{bmatrix}$$

Lalu akan direpresentasikan model kelas matrik densitas, dimana semua matriks dari setiap siswa dalam satu kelas dijumlahkan.⁴⁵

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \rho_{13} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \rho_{23} \\ \rho_{31} & \rho_{32} & \rho_{33} \end{bmatrix} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \mathbf{D}_k$$

$$\mathbf{D} = \frac{1}{N \cdot m} \sum_{k=1}^N \begin{bmatrix} n_{(1)}^k & \sqrt{n_{(1)}^k n_{(2)}^k} & \sqrt{n_{(1)}^k n_{(3)}^k} \\ \sqrt{n_{(2)}^k n_{(1)}^k} & n_{(2)}^k & \sqrt{n_{(2)}^k n_{(3)}^k} \\ \sqrt{n_{(3)}^k n_{(1)}^k} & \sqrt{n_{(3)}^k n_{(2)}^k} & n_{(3)}^k \end{bmatrix}$$

⁴³ Lee Bao dan Edward F. Redish, Model Analysis . . . 7

⁴⁴ Ibid, halaman 8.

⁴⁵ Lee Bao dan Edward F. Redish, Model Analysis . . . 9

D_k merupakan formulasi yang akan digunakan untuk menghitung tingkat konsistensi setiap siswa dalam menjawab pertanyaan mengenai konsep kubus dan balok. Sedangkan D merupakan formulasi yang nantinya akan digunakan untuk menghitung tingkat konsistensi konsepsi siswa dalam satu kelas.

C. **Konsistensi Konsepsi Siswa Menggunakan Teknik *Model Analysis Bao dan Redish* pada Materi Kubus dan Balok.**

Konsistensi konsepsi siswa adalah ketetapan siswa dalam menggunakan model konsepsi tertentu dalam menjawab pertanyaan terkait konsep kubus dan balok. Hal ini dilihat dari jawaban siswa terhadap beberapa pasang pertanyaan yang menggunakan konsep yang sama. Konsepsi siswa dikatakan konsisten jika dalam menjawab pertanyaan yang menggunakan konsep yang sama, siswa memberikan jawaban yang mempresentasikan model konsepsi yang sama. Siswa dikatakan inkonsisten apabila siswa memilih jawaban yang mempresentasikan model konsepsi yang berbeda antara satu pertanyaan dengan pertanyaan yang lain dalam satu pasang pertanyaan yang terkait konsep yang sama.⁴⁶

Ketiga model konsepsi yang sudah dijelaskan di atas, dengan mempertimbangkan banyaknya soal pilihan ganda (total m nomor), dimana masing-masing pilihan disetiap pertanyaan menunjukkan ketiga model konsepsi ini. Jawaban dari satu siswa untuk satu set pertanyaan bisa ditunjukkan dengan tiga angka, yang mana bisa kita tulis sebagai berikut:

$$n^k_{(1)}, n^k_{(2)}, n^k_{(3)}$$

dimana k merupakan index penanda antar siswa (dari total jumlah N siswa).⁴⁷

- 1) $n^k_{(1)}$ artinya jumlah jawaban siswa ke- k yang termasuk model 1
- 2) $n^k_{(2)}$ artinya jumlah jawaban siswa ke- k yang termasuk model 2

⁴⁶ Lee Bao dan Edward F. Redish, *Model Analysis* . . . 9

⁴⁷ Riska Mardiana, *Analisis Konsistensi i . . .* 45

- 3) $n^k_{(3)}$ artinya jumlah jawaban siswa ke- k yang termasuk model 3

Kemudian, penjumlahan jawaban siswa dari semua pertanyaan dapat ditulis:

$$n^k_{(1)} + n^k_{(2)} + n^k_{(3)} = m$$

dengan m adalah jumlah soal dalam satu set pertanyaan yang terkait satu konsep yang sama. Untuk menunjukkan representasi jawaban setiap siswa, digunakan matriks densitas (3×3) sebagai berikut:⁴⁸

$$D_k = \frac{1}{m} \begin{pmatrix} n^k_{(1)} & \sqrt{n^k_{(1)}n^k_{(2)}} & \sqrt{n^k_{(1)}n^k_{(3)}} \\ \sqrt{n^k_{(2)}n^k_{(1)}} & n^k_{(2)} & \sqrt{n^k_{(2)}n^k_{(3)}} \\ \sqrt{n^k_{(3)}n^k_{(1)}} & \sqrt{n^k_{(3)}n^k_{(2)}} & n^k_{(3)} \end{pmatrix}$$

Setelah dilakukan representasi setiap siswa, pengolahan dilakukan dengan menyusun representasi kelas dengan matriks densitas, dengan cara menjumlahkan hasil matriks densitas setiap siswa.⁴⁹

$$D = \frac{1}{N \cdot m} \sum_{k=1}^N \begin{pmatrix} n^k_{(1)} & \sqrt{n^k_{(1)}n^k_{(2)}} & \sqrt{n^k_{(1)}n^k_{(3)}} \\ \sqrt{n^k_{(2)}n^k_{(1)}} & n^k_{(2)} & \sqrt{n^k_{(2)}n^k_{(3)}} \\ \sqrt{n^k_{(3)}n^k_{(1)}} & \sqrt{n^k_{(3)}n^k_{(2)}} & n^k_{(3)} \end{pmatrix}$$

Jika $n^k_{(1)} = m$ dan $n^k_{(2)} = n^k_{(3)} = 0$, maka model konsepsi k siswa termasuk model 1. Dan jika $n^k_{(2)} = m$ maka termasuk model 2, begitu juga $n^k_{(3)} = m$ maka termasuk model ke 3. Hal ini bisa dikatakan jawaban siswa konsisten. Namun jika ada 2 no yang bukan nol, $n^k_{(1)} \times n^k_{(2)} \neq 0$ maka jawaban siswa disebut tidak konsisten. Pendefinisian matriks densitas dapat dilihat seperti berikut :⁵⁰

⁴⁸ Apisit Tongchai, Consistency of students' . . . 3

⁴⁹ Ibid .

⁵⁰ Lee Bao dan Edward F. Redish, Model Analysis . . . 9

$$\begin{array}{ccc} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0,5 & 0 & 0 \\ 0 & 0,3 & 0 \\ 0 & 0 & 0,2 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0,5 & 0,2 & 0,1 \\ 0,2 & 0,3 & 0,1 \\ 0,1 & 0,1 & 0,2 \end{bmatrix} \\ \text{(a)} & \text{(b)} & \text{(c)} \end{array}$$

Konsisten
pada satu
model

Konsisten
pada ketiga
model

Tidak
Konsisten
pada ketiga
model

Matrik di atas menunjukkan hasil model analisis dalam menghitung konsistensi konsepsi siswa. Matrik (a) menunjukkan bahwa siswa konsisten menggunakan satu model konsepsi yaitu model konsepsi yang pertama. Matrik (b) menunjukkan tingkat konsistensi pada tiap model konsepsi. Model pertama mempunyai tingkat konsistensi sebesar 0.5 atau 50%. Model ke dua mempunyai tingkat konsistensi sebesar 0.3 atau 30%. Sedangkan model ketiga memiliki tingkat konsistensi sebesar 0.2 atau 20%. Matrik (c) merepresentasikan bahwa seorang siswa tidak konsisten dalam menggunakan ketiga model konsepsi.⁵¹

Contoh: jika siswa A mengerjakan 10 pertanyaan dan memberikan jawaban. Jawaban siswa yang termasuk model ke-1 sebanyak 5 dan model ke-2 sebanyak 3, sedangkan model ke-3 sebanyak 2. Maka konsistensi konsepsi siswa A adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{D}_k = \{\rho_{\eta\mu}^k\} = \frac{1}{m} \begin{bmatrix} n^k_{(1)} & \sqrt{n^k_{(1)}n^k_{(2)}} & \sqrt{n^k_{(1)}n^k_{(3)}} \\ \sqrt{n^k_{(2)}n^k_{(1)}} & n^k_{(2)} & \sqrt{n^k_{(2)}n^k_{(3)}} \\ \sqrt{n^k_{(3)}n^k_{(1)}} & \sqrt{n^k_{(3)}n^k_{(2)}} & n^k_{(3)} \end{bmatrix}$$

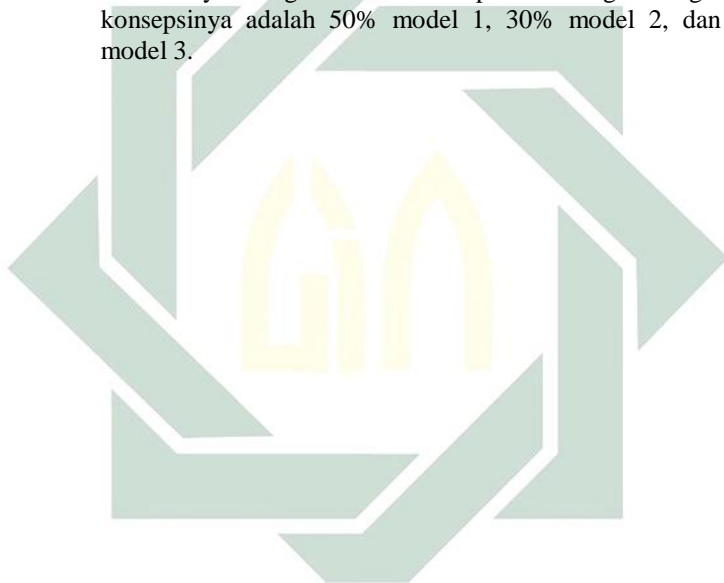
$$\mathbf{D}_k = \{\rho_{\eta\mu}^k\} = \frac{1}{10} \begin{bmatrix} 5 & \sqrt{5 \times 3} & \sqrt{5 \times 2} \\ \sqrt{3 \times 5} & 3 & \sqrt{3 \times 2} \\ \sqrt{2 \times 5} & \sqrt{2 \times 3} & 2 \end{bmatrix}$$

⁵¹ Apisit Tongchai, Consistency of students' . . . 3

$$D_k = \{\rho_{\eta\mu}^k\} = \frac{1}{10} \begin{bmatrix} 5 & 3.87 & 3.16 \\ 3.87 & 3 & 2.45 \\ 3.16 & 2.45 & 2 \end{bmatrix}$$

$$D_k = \{\rho_{\eta\mu}^k\} = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.4 & 0.3 \\ 0.4 & 0.3 & 0.2 \\ 0.3 & 0.2 & 0.2 \end{bmatrix}$$

Maka dapat disimpulkan bahwa siswa di atas tidak konsisten dalam penggunaan model konsepsinya. Matriks di atas sesuai dengan matriks densitas (c) yang telah dijelaskan sebelumnya. Tingkat konsistensi pada masing-masing model konsepsinya adalah 50% model 1, 30% model 2, dan 20% model 3.



Halaman sengaja dikosongkan

