

Kerangka Konseptual Bagi Pengukuran Tahap Kemahiran Proses Matematik Murid

BITARAVolume 4, Issue 2, 2021: 168-181
© The Author(s) 2021
e-ISSN: 2600-9080
<http://www.bitarajournal.com>

[A Conceptual Framework to Measure the Students' Level of Mathematical Process Skills]

Normarina Abd Rahman,¹ Siti Eshah Mokshein¹ & Hishamuddin Ahmad¹

Abstrak

Kajian ini bertujuan membangunkan kerangka konseptual bagi pengukuran tahap kemahiran proses matematik murid. Proses matematik menyokong pembelajaran matematik yang berkesan dan berfikir. Kekurangan dari sudut aplikasi proses matematik boleh menjejaskan prestasi murid terhadap matematik dalam konteks yang lebih luas. Dimensi-dimensi proses matematik iaitu perkaitan, perwakilan, komunikasi, penaaakuan dan penyelesaian masalah diukur bagi memahami bagaimana murid memproses pengetahuan matematik dan diterjemahkan secara aplikasi bagi menyelesaikan masalah. Kertas kerja ini memperincikan rujukan literatur berkaitan teori perkembangan kognitif, teori pembelajaran konstruktivisme dan reflektif serta model pembelajaran refleksi Kolb. Teori perkembangan dan pembelajaran kognitif menjadi asas pembentukan kriteria bagi rubrik proses matematik yang dibangunkan. Sementara model pembelajaran refleksi Kolb diadaptasi dalam sampel tugas penyelesaian masalah dan penulisan reflektif yang dibina bagi memberi peluang murid mendemonstrasi kemahiran proses matematik mereka. Maklum balas murid-murid dalam tugas dinilai oleh sekumpulan pemeriksa berpandukan rubrik. Faset ataupun pemboleh ubah yang menyumbang kepada pengukuran turut diperincikan sebagai kebolehan murid, kesukaran item, ketegasan pemeriksa dan kefungsi skala dan dianalisis menggunakan model Rasch pelbagai faset (MFRM) bagi meningkatkan kesahan proses pengukuran. Justeru, kertas kerja ini diharap dapat menyumbang literatur kajian dari aspek pembangunan dan pengesahan instrumen pengukuran kemahiran proses matematik murid. Pengumpulan data dari pelbagai sumber seperti teori, model, dan dapatan kajian-kajian lepas akan mencadangkan satu kerangka konseptual yang menjadi asas pembinaan rubrik dan tugas yang dihasilkan.

Kata kunci:

proses matematik, tugas penyelesaian masalah, pembelajaran reflektif, model Rasch pelbagai faset.

Abstract

This research aimed to develop a conceptual framework to measure the students' level of mathematical process skills. The mathematical process aids the learning of Mathematics to be effective and thoughtful. The lack of incorporating mathematical process could disrupt the students' performance in a wider context of Mathematics. The dimensions in the mathematical process including connection, representation, communication, reasoning and problem-solving are measured

¹ Fakulti Pembangunan Manusia, Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900 Tanjung Malim, Perak Darul Ridzuan, MALAYSIA

Corresponding Author:

NORMARINA ABD RAHMAN, Fakulti Pembangunan Manusia, Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900 Tanjung Malim, Perak Darul Ridzuan, MALAYSIA.
E-mail: normarinaabdrahman@gmail.com

to understand how a student processes mathematical knowledge and translates it into solving a given problem. This paper detailed the literature review about the theory of cognitive development, constructivist and reflective learning, and also Kolb's reflective learning model. The theory of development and cognitive learning was used as the foundation in constructing the criteria for the mathematical processing rubric. Besides, Kolb's reflective learning model was adapted into the sample of problem-solving and reflective writing task, which was developed to allow the students to demonstrate their mathematical process skills. The students' responses were assessed by a group of raters based on the developed rubric. The facets or variables that contributed to the measurement were also detailed as students' abilities, the items' difficulties, the raters' severities, and the scale's functionality. These were analysed using many-facet Rasch model (MFRM) to enhance the validity of the measurement process. Overall, this paper aimed to shed light in terms of research literature about the aspects of development and validation of instruments to measure the students' level of mathematical process. Data collected from various sources such as theories, models and findings of previous studies would suggest a conceptual framework that shall become the foundation in constructing the rubric and task developed.

Keywords:

mathematical process, problem-solving task, reflective learning, many-facet Rasch model.

Cite This Article:

Normarina Abd Rahman, Siti Eshah Mokshein & Hishamuddin Ahmad. 2021. Kerangka konseptual bagi pengukuran tahap kemahiran proses matematik murid. *BITARA International Journal of Civilizational Studies and Human Sciences* 4(2): 168-181.

Pengenalan

Penguasaan murid terhadap kandungan silibus matematik tanpa penghayatan proses matematik boleh menyebabkan matematik dianggap tidak lebih sekadar struktur aritmetik yang perlu dipelajari, dihafal dan diluahkan dalam kertas peperiksaan (Gravemeijer, Stephan, Julie, Lin, & Ohtani, 2017). Ini bercanggah dari apa yang dihasratkan dalam Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) untuk melahirkan murid yang berfikir matematik (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2015). Bagi merealisasikan hasrat ini, terlebih dahulu pendekatan untuk penaksiran harus sesuai supaya maklum balas yang diterima menyokong aktiviti pengajaran dan pembelajaran. Tugasan penaksiran persembahan meletakkan aktiviti penaksiran turut bertindak sebagai aktiviti pembelajaran. Perubahan kaedah penaksiran dan bagaimana murid dinilai menyumbang kepada bagaimana murid diberi peluang mengekspresi pemikiran mereka.

Sorotan Literatur

Pemahaman berkenaan bagaimana murid berfikir adalah penting memandangkan proses pemikiran ini boleh menggalakkan pembelajaran (Ostrow, 1999). Dalam bahagian literatur ini, pengkaji menghuraikan pelbagai perspektif mengenai teori perkembangan kognitif dan teori-teori pembelajaran seterusnya menghubungkan kait teori-teori tersebut dengan proses matematik

murid. Schoenfeld (1987) mendefinisikan sains kognitif sebagai kajian ke atas proses berfikir dan proses pembelajaran. Seiring kemajuan dalam pemahaman berkenaan pembangunan kognitif, pelbagai teori pembelajaran turut berkembang sejak beberapa tahun kebelakangan ini.

Teori Perkembangan Kognitif

Kajian-kajian berkenaan perkembangan kognitif memberi tumpuan terhadap perkembangan kanak-kanak dari segi pemprosesan maklumat, sumber konsep, kemahiran persepsi, pembelajaran bahasa dan lain-lain aspek perkembangan otak dan psikologi kognitif berbanding orang dewasa. Dalam kata lain, perkembangan kognitif adalah keupayaan untuk berfikir dan memahami (Ojose, 2008). Piaget (2008) menghuraikan pada usia 12 hingga 15 tahun tahap pembangunan kognitif individu telah melepasi peringkat operasi formal dimana seseorang individu itu telah mampu menghurai konsep abstrak serta menyusun maklumat secara saintifik. Pada peringkat ini, mereka tidak lagi bergantung kepada bahan konkrit bagi mewakili atau mengilustrasi tentang perkara-perkara yang abstrak dan boleh menyelesaikan masalah yang kompleks. Mereka juga boleh berfikir secara deduktif dan induktif serta menggunakan teorem dan hukum matematik serta membuat generalisasi atau rumusan.

Pengkritik karya Piaget berpendapat bahawa teori yang dicadangkan tidak menerangkan secara lengkap tentang perkembangan kognitif (Eggen & Kauchak, 2010). Sebagai contoh, Piaget dikritik kerana meremehkan kemampuan kanak-kanak. Ada kemungkinan arahan yang kurang jelas atau mengelirukan sebenarnya menyebabkan kanak-kanak kecil gagal dalam tugas yang boleh mereka lakukan di bawah keadaan yang lebih mudah. Kajian empirikal oleh Fanari, Meloni, & Massidda, (2017) berkaitan kompetensi 34 murid lima tahun dalam bidang awal nombor dan garis nombor mendapati murid mempunyai pengetahuan simbolik mengenai kuantiti dan angka. Piaget juga telah dikritik kerana melebihkan kemampuan murid menengah di peringkat formal, dan ini memberi implikasi untuk kedua-dua pihak, murid mahupun guru. Sebagai contoh, guru sekolah menengah yang menterjemah karya Piaget mungkin mengandaikan bahawa murid mereka boleh berfikir secara logik dan abstrak, tetapi ini bukan semestinya apa yang berlaku (Eggen & Kauchak, 2010).

Walaupun perkembangan kognitif tidak boleh diajar secara eksplisit, hasil penyelidikan bagaimanapun telah menunjukkan bahawa ia berupaya dipercepat (Zimmerman, 1990). Di sebalik segala kritikan tersebut, Piaget juga tidak menolak bahawa tempoh masa perkembangan kognitif setiap kanak-kanak bagi setiap peringkat berbeza mengikut persekitaran (Jurezak, 1997). Semua murid dalam kelas tidak semestinya beroperasi pada tahap yang sama. Guru boleh mendapat manfaat dengan memahami di mana tahap kognitif murid mereka berfungsi dan harus berusaha menyesuaikan pengajaran mereka dengan sewajarnya mengikut tahap perkembangan kognitif itu. Melalui penekanan kaedah penaakulan, guru digalakkan memberikan arahan kritikal supaya murid dapat membina konsep melalui aktiviti siasatan (Piaget, 2015). Murid perlu digalakkan untuk menyiasat sendiri, menghubungkan kait, mewakili dan membuat penaakulan sementara guru mengkaji kerja kanak-kanak untuk lebih memahami pemikirannya (Ghazi, 2014).

Bruner (1960) bersetuju dengan Piaget berkenaan pengkategorian dan perwakilan adalah kunci kepada perkembangan kognitif individu. Beliau turut mencadangkan pembangunan berlaku kerana struktur mental menjadi lebih rumit dan canggih melalui interaksi dan pengalaman, maka aspek-aspek tertentu mana-mana kandungan atau prinsip boleh diajar kepada kanak-kanak. Bagi tujuan ini Bruner mengiktiraf tiga mod perwakilan seperti enaktif, ikonik dan simbolik (tanpa hierarki) perlu wujud pada setiap peringkat pembangunan. Jika hanya mod enaktif sedang berfungsi, murid hanya boleh menunjukkan pengetahuan menggunakan aktiviti motor bagi menggambarkan pemikiran. Dia boleh menunjukkan bagaimana untuk melakukan tugas tertentu tetapi tidak boleh menjelaskan mahupun menggunakan mana-mana medium simbolik untuk menyatakan pengetahuan. Perwakilan ikon melibatkan penggunaan struktur organisasi, penanda ruang atau imej untuk mewakili pengalaman kepada imej atau simbol konkrit seperti peta atau gambar rajah. Bagi perwakilan simbolik, bahasa dan analogi digunakan bagi menggambarkan perkara yang tersirat serta melampaui hubungan konkrit bagi menggambarkan pengalaman lalu.

Dalam teori perkembangan kognitif Van Hiele pula terdapat lima tahap kognitif secara hierarki iaitu visualisasi (menenal dan mengelaskan bentuk), analisis (menentukan sifat bentuk), abstraksi (hubungan antara bentuk), deduksi (sistem deduksi sifat-sifat) dan rigor (analisis sistem deduktif) (Fuys, 1985). Pada peringkat deduktif murid boleh menyatakan sama ada mungkin atau tidak sesuatu bentuk mempunyai segi empat tepat iaitu sebagai contohnya rombus. Mereka memahami keadaan yang perlu dan mencukupi dan boleh menulis definisi ringkas. Walau bagaimanapun, mereka tidak lagi memahami makna intrinsik potongan, mengemukakan hujah yang kompleks, memahami tempat definisi atau memahami keperluan untuk aksiom, jadi mereka belum memahami peranan geometri formal.

Teori Pembelajaran Konstruktivisme

Konstruktivisme merupakan proses pembelajaran di mana pengetahuan dan pemahaman murid dibentuk berlandaskan refleksi terhadap pengalaman. Proses pembelajaran ini menerangkan bagaimana pengetahuan dikonstruksi seterusnya disusun dalam minda murid. Terdahulu, walau sebelum dikenali sebagai konsep konstruktivisme pun lagi, Giambattista Vico pada tahun 1710 seperti yang dihidu oleh Matteo (1993) menyatakan bahawa makna tahu adalah boleh menerangkan proses secara menyeluruh. Seseorang individu hanya dikatakan berpengetahuan apabila dia mampu menerangkan keseluruhan unsur yang membangunkan pengetahuan itu. Ini mampu terbentuk hasil pengalaman individu, mungkin lebih dari sekali, diterima oleh struktur kognitifnya, dan pengetahuannya tadi dibentuk hasil proses pemikirannya (*process of mind*). Maka, pengetahuannya terhasil setelah dikonstruksi oleh pemikirannya.

Von Glasersfeld dan Ackermann (2011) menyokong pendapat ini dan mengatakan pengetahuan dikembangkan secara aktif oleh individu dan tidak diterima secara pasif dari persekitarannya. Murid sebagai penerima maklumat yang aktif, menghubungkan dengan maklumat sedia ada yang telah diasimilasi, membentuk kefahaman dan menginterpretasi maklumat dalam pemikirannya. Ini bermakna pembelajaran merupakan hasil usaha murid dan

tidak bergantung kepada transisi dari guru atau situasi. Justeru bagaimana guru boleh berperanan dalam menggalakkan pembelajaran murid ini?

Bagi membantu murid membina konsep atau pengetahuan baru, struktur kognitif yang sedia ada pada murid perlu diambil kira. Apabila maklumat baru yang diterima dapat disesuaikan dan dijadikan sebahagian daripada pegangan mereka, barulah konsep dari ilmu pengetahuan baru itu dapat dibentuk atau dikonstruksi. Bagi ahli-ahli konstruktivisme awal seperti John Dewey (1933) Jean Piaget (1966), pengetahuan yang dikonstruksi sendiri oleh murid ini lebih bermakna dan berkesan bagi pembelajaran murid. Ia lebih dekat dengan murid, dan pengetahuan ini akan dibawa bersama dalam kehidupan harian mereka, dan bukan sekadar untuk lulus peperiksaan.

Konstruktivisme radikal pula adalah satu teori pengetahuan yang kompleks diformulasikan dalam budaya barat moden bagi menangani kekeliruan fikiran tentang kesahihan dan kebenaran pengetahuan yang dijanakan oleh individu. Konstruktivisme radikal berpandukan epistemologi konstruktivisme Ernst von Glasersfeld (1984) bersandarkan tiga prinsip iaitu; (a) pengetahuan tidak terbentuk secara pasif, tetapi dihasilkan melalui aktiviti kognisi individu, (b) kognisi merupakan proses adaptasi yang berfungsi membentuk tingkah laku individu bersesuaian situasi yang dihadapi, dan (c) mengorganisasi kognisi bererti membentuk pengertian bagi pengalaman yang dilalui dan tidak semestinya mewakili realiti. Prinsip-prinsip ini memberi gambaran bagaimana pengetahuan dan idea yang terbentuk oleh individu adalah bersifat internal, ia bergantung kepada pengalaman yang dilalui oleh individu, dan ia boleh jadi berbeza antara individu.

Ernst von Glasersfeld (1984) menyimpulkan konstruktivisme radikal sebagai satu teori yang memberi tumpuan kepada sistem kognitif yang tertutup secara operasi sebab ia hanya bertindak dengan keadaan sendiri semata-mata. Konstruktivisme radikal juga memberi penekanan kepada aliran fikiran yang berkitaran (*circularity*). Sebagai contoh, penjelasan adalah berkitaran sebab tidak ada titik rujukan di luar realiti yang dialami. Oleh itu pengalaman merupakan satu bentuk rujukan sendiri (Nik Azis Nik Pa, 1999).

Konstruktivisme radikal yang berpandukan dua sumber pengetahuan sahaja, iaitu pengalaman deria dan fikiran rasional menegaskan bahawa manusia tidak mungkin dapat mengetahui dunia yang sebenar. Mereka hanya mengetahui dunia yang dibina oleh fikiran mereka, bukan dunia itu sendiri. Oleh itu apabila individu percaya bahawa mereka membuat pemetaan dunia luar secara empirikal, apa yang mereka lakukan sebenarnya ialah memberikan respons terhadap proses dalaman yang mereka miliki. Maka itu penilaian terhadap ketepatan pembinaan kognitif individu adalah tidak munasabah. Sebaliknya penilaian yang munasabah adalah penilaian terhadap daya maju pembinaan tersebut. Von Glasersfeld (1984) menjelaskan bahawa daya maju sesuatu struktur kognitif hanya boleh dinilai secara relatif berdasarkan matlamat yang hendak dicapai dan setiap struktur kognitif dibina berdasarkan andaian tertentu. Ringkasnya andaian tersebut hanya sekadar sebahagian hipotesis bekerja.

Menurut konstruktivisme radikal, makna bukan terdiri daripada bahan yang terkandung dalam perkataan atau teks, tetapi perlu dibekalkan oleh pembaca daripada stor peribadi mereka yang mengandungi pengabstrakan yang dibuat terhadap perkara yang dialami. Konstruktivisme radikal memberi perhatian kepada refleksi yang sengaja dilakukan, tindakan yang bermatlamat

khusus dan nilai yang diutamakan semasa membincangkan proses pembinaan pengetahuan berdasarkan pengalaman. Pendekatan ini memberi tumpuan utama kepada domain kognitif, bukan domain fizikal.

Konstruktivisme radikal membincangkan dua jenis domain bagi tindakan individu, iaitu domain figuratif dan domain operatif. Sebarang hasil pembinaan konseptual yang tidak bergantung pada sebarang bahan deria yang khusus, tetapi ditentukan oleh apa yang dilakukan oleh individu disebut operatif. Ringkasnya operasi atau proses sentiasa merujuk operasi mental dan oleh itu, ia sukar diperhatikan. Makanya, sebarang hasil yang diperoleh daripada refleksi terhadap proses mental disebut pengabstrakan reflektif (Von Glasersfeld, 1984) dan ia boleh dibahagi kepada beberapa jenis iaitu pengabstrakan pseudo-empirik, merefleksi serta berefleksi (Nik Azis Nik Pa, 1999). Bahan bagi pembentukan refleksi terdiri daripada dua unsur iaitu operasi mental oleh individu yang berfikir serta refleksi individu terhadap operasi mental tersebut.

Teori Pembelajaran Reflektif (Pembelajaran Berasaskan Pengalaman)

Kita berdepan pengalaman pada setiap detik dalam kehidupan seharian kita. Seseengah pengalaman memberi kesan kepada tindakan kita seterusnya, manakala sebahagian lagi menjadi pengalaman berharga untuk diambil pengajaran daripadanya hasil refleksi yang dilakukan. Pengkaji-pengkaji terdahulu mendefinisikan refleksi dalam pelbagai aspek. Dewey (1933) mendefinisikan refleksi kritikal sebagai pertimbangan yang aktif, konsisten dan teliti berkaitan kepercayaan mahupun pengetahuan, dengan asas-asas sokongan dan seterusnya membuat kesimpulan yang berpadanan, secara penyelesaian masalah dalam detik-detik keraguan.

Habermas (1984) pula menyatakan pengetahuan reflektif sebagai pemikiran yang valid dan sah, yang boleh berlaku melangkaui proses sosial yang boleh diterima. Contohnya amalan refleksi terhadap golongan profesional. Freire (1993) seterusnya mengaitkan refleksi sebagai hasil kesedaran kritikal di mana murid bertindak sebagai pelaku, bukan pemerhati, pihak yang membuat keputusan terhadap perlakuan. Tingkah laku ini dinyatakan secara refleksi. Schon (1983) membezakan antara refleksi ketika bertindak (berfikir apa yang perlu dilakukan ketika melakukannya) dengan refleksi tentang tindakan (melihat semula tindakan yang telah dilakukan, cuba menganalisis dan merumus berdasarkan pengalaman, seterusnya membuat generalisasi yang mungkin berguna kelak).

Kolb (1984) menghuraikan refleksi sebagai sebahagian kitaran proses pembelajaran termasuk merancang, bertindak dan membuat penilaian, manakala Mezirow (2004) pula memperkenalkan refleksi transformatif dengan melihat semula apa yang telah dilalui atau diketahui dengan tujuan mencari cara untuk penambahbaikan; yang boleh membawa perubahan terhadap pendirian mahupun tingkah laku individu.

Murid yang dibimbing bagi membuat refleksi terhadap pengalamannya mampu menggalakkannya untuk berfikir. Costa dan Kallick, (2008) menghuraikan bahawa refleksi terdiri daripada pelbagai faset. Sebagai contoh, refleksi tentang sesuatu kerja meningkatkan

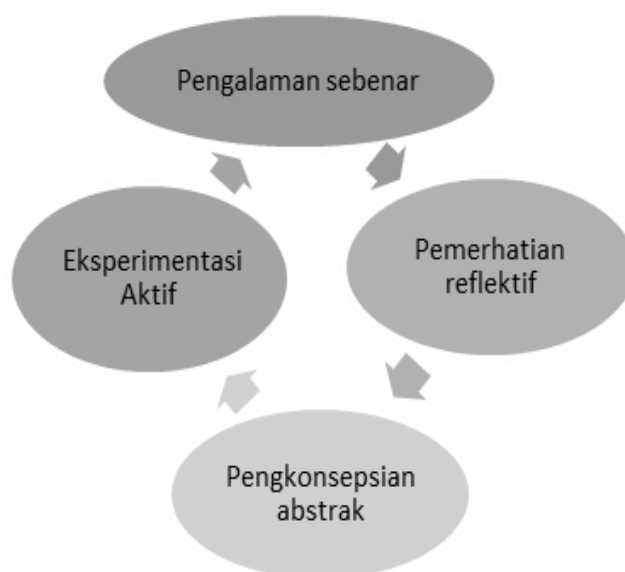
makna kerja yang dilakukan itu. Refleksi terhadap pengalaman menggalakkan pembelajaran dalaman yang kompleks kepada individu. Refleksi juga menghubungkan pengalaman baru dengan pengalaman terdahulu (*scaffolding*). Refleksi boleh melibatkan penulisan, lukisan mahupun lakaran yang menggambarkan kognitif mahupun emosi dari pelbagai sumber seperti visual, auditori, kinestetik dan perasaan. Ketika menjalankan refleksi, murid perlu memproses maklumat, mensintesis serta menilai data. Proses refleksi ini membolehkan murid belajar sesuatu dengan mengaplikasi apa yang dipelajari kepada situasi sebenar yang sedang dihadapi. Antara kelebihan amalan refleksi termasuklah:

- a. menggalakkan pemikiran aras tinggi serta perkembangan kognitif,
- b. membantu perkembangan dalam membuat keputusan, penilaian mahupun kebolehan menyelesaikan masalah,
- c. membantu menghubungkan pelbagai disiplin
- d. menggalakkan murid lebih berdikari dan membina pengetahuan sendiri
- e. memperkembang kebolehan mengasingkan fakta dan pandangan
- f. boleh menyiasat sesuatu isu dari pelbagai perspektif, dan
- g. membantu dalam pembangunan kesedaran sendiri

Model Pembelajaran Refleksi Kolb

Kajian ini secara khusus mengadaptasi model pembelajaran refleksi Kolb bagi membina tugas prestasi pengukuran proses matematik murid. Model gaya pembelajaran Kolb terhasil daripada kajian pembangunan inventori gaya pembelajaran oleh David Kolb pada 1984. Hampir keseluruhan model ini menghuraikan berkenaan proses kognitif murid. Kolb (1984) menyatakan bahawa pembelajaran melibatkan pemerolehan konsep abstrak yang boleh digunakan secara fleksibel dalam pelbagai situasi. Dalam model ini, dorongan untuk pembangunan konsep baru dicetuskan oleh pengalaman yang dilalui murid. Model pembelajaran Kolb ini diwakili empat peringkat kitaran pembelajaran seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1 dengan penglibatan murid di setiap peringkat iaitu; i) pengalaman sebenar, ii) pemerhatian reflektif, iii) pengkonsepsian abstrak, dan iv) eksperimentasi aktif.

Kolb (1984) melihat pembelajaran sebagai proses yang bersepadu dengan setiap peringkat saling menyokong serta menyediakan murid ke peringkat seterusnya. Kitaran ini tidak bermula secara tetap, malah boleh bermula dari mana-mana peringkat dan terus melalui urutan logik kitaran. Walau bagaimanapun, pembelajaran yang berkesan hanya berlaku apabila seorang murid dapat melaksanakan semua empat tahap dari model tersebut.



Rajah 1. Model Pembelajaran Refleksi Kolb

Model Rasch Pelbagai Faset

Model Rasch lazimnya berfokus kepada dua faset (pemboleh ubah) iaitu kesukaran item selaku agen pengukuran dan kebolehan calon sebagai hasil pengukuran (Wright & Linacre, 1989). Namun begitu, adakalanya terdapat faset ketiga yang berpotensi menyumbang kepada hasil pengukuran, dan perlu diambil kira sebelum hasil pengukuran dapat diterjemah (Linacre, 2018). Sebagai contoh, dalam pengukuran yang melibatkan rubrik atau penulisan esei di mana penilaian skor adalah berdasarkan pertimbangan pemeriksa, ketegasan pemeriksa dalam menilai murid perlu diteliti sebelum prestasi murid boleh ditentukan. Model Rasch pelbagai faset (many-facet Rasch model, MFRM) membolehkan analisis yang dilakukan tidak terhad kepada dua faset sahaja, malah memungkinkan lebih banyak faset dilibatkan bagi menjawab persoalan kajian.

MFRM, juga dikenal sebagai model faset, menggabungkan lebih banyak pemboleh ubah, atau aspek, daripada dua secara lazimnya. Seperti contoh yang telah dinyatakan, penaksiran persembahan biasanya merangkumi bukan sahaja aspek pemeriksa dan item (atau tugas), tetapi juga aspek lain seperti penilaian, kriteria penilaian, penemuduga dan banyak lagi. Sejak penyataan teori komprehensif pertama (Wright & Linacre, 1989), MFRM telah digunakan dalam sejumlah besar aplikasi substantif dalam bidang pengujian bahasa (Engelhard, 1994), pengukuran pendidikan dan psikologi (Lans, Grift, & Veen, 2015), dan sains kesihatan (Nielsen, Kyvsgaard, Sildorf, Kreiner, & Svensson, 2017). Kajian-kajian tersebut mengilustrasi kegunaan MFRM secara praktikal dalam kepelbagaian setting pengukuran.

Dalam kajian ini, penilaian melibatkan pemeriksa yang memberi skor berpandukan rubrik dengan skala empat kategori untuk menilai kebolehan murid, sekurang-kurangnya ada dua faset terlibat, iaitu murid dan pemeriksa. Pemeriksa menilai murid berpandukan set kriteria dalam rubrik, maka kriteria rubrik juga adalah faset bagi pengukuran kajian ini. Sehubungan

itu, tiga faset yang dikenal pasti bagi kajian ini ialah murid, pemeriksa dan kriteria boleh dihuraikan oleh MFRM seperti berikut:

$$\log (P_{nij} / P_{nij} (k-1)) = B_n - D_{gi} - C_j - F_{gk}$$

Di mana C_j , mewakili ketegasan (atau kelonggaran) pemeriksa j , memberi penilaian $\{k\}$ kepada murid n pada item i . Sekali lagi, sifat-sifat matematik model dikekalkan, tetapi satu (atau lebih) komponen tambahan dari keadaan pengukuran diperkenalkan. Dalam contoh ini, seperti dalam model dikotomous, skor mentah adalah statistik mencukupi untuk B_n , D_{gi} dan C_j . Jumlah pengamatan dalam setiap kategori adalah mencukupi bagi menganggar $\{F_k\}$. Model ini juga menyokong kawalan kualiti *fit* statistik bagi mentaksir pematuhan data terhadap model.

Kerangka Konseptual Kajian Pengukuran Tahap Proses Matematik Murid

Kerangka konseptual adalah rangka kajian yang menggambarkan seluruh kajian yang akan dibuat (Ghazali Darusalam & Sufean Hussin, 2018). Ia menjadi panduan bagi pengkaji sepanjang proses kajian, agar bertepatan dengan sasaran yang ditetapkan dari awal. Kajian ini melibatkan dua peringkat iaitu peringkat pertama penghasilan instrumen pengukuran berupa situasi penyelesaian masalah, penulisan reflektif serta rubrik penskoran berasaskan teori dan model yang dikenal pasti manakala peringkat kedua proses menentusahkan instrumen pengukuran yang dihasilkan.

Kajian ini berteraskan penaksiran sebagai pembelajaran dengan penekanan bahawa penaksiran perlu digunakan untuk mengukuhkan pembelajaran dan bukan sekadar mengukur kejayaan di akhir unit. Eftah dan Abd Aziz (2013) menyimpulkan penaksiran sebegini memberi maklumat berkaitan apa yang murid tahu, apa yang murid boleh buat, dan apa kesukaran mereka. Ia bertindak sebagai anjakan dari memberikan penilaian atau penghakiman kepada mencipta penerangan yang boleh digunakan bagi proses pembelajaran serta menjadi sebahagian aktiviti pembelajaran (Eftah Abdullah & Abd Aziz Abd Shukor, 2013). Dengan kata lain, penaksiran mempromosikan pembelajaran, bukan sekadar memantau pembelajaran. Penaksiran tidak sepatutnya terpisah daripada reka bentuk pengajaran dan bukan hanya berlaku di hujung proses pembelajaran (Azizi Ahmad, 2010). Penaksiran merupakan proses yang sangat berkuasa dalam memandu pengajaran dan pembelajaran menjadi lebih bermakna (Nitko & Brookhart, 2011).

Proses matematik diukur bagi memahami bagaimana murid memproses pengetahuan matematik dan diterjemahkan secara aplikasi bagi menyelesaikan masalah. Penghasilan instrumen dalam kajian ini didasari pendekatan konstruktivisme radikal dengan huraian teori kognitif dan teori-teori pembelajaran. Penelitian terhadap teori perkembangan dan pembelajaran kognitif oleh tokoh-tokoh terdahulu seperti Piaget, Bruner dan Van Hiele membentuk pemahaman terhadap bagaimana murid memproses maklumat matematik secara menghubungkan, membuat perwakilan, menjelaskan konjektur penaklukan melalui komunikasi

secara matematik dan seterusnya menyelesaikan masalah. Penelitian literatur membolehkan kriteria-kriteria berkaitan setiap proses matematik murid ini dikenal pasti, dan diuraikan sebagai atribut berdasarkan definisi operasi konstruk proses matematik murid dalam pembinaan rubrik penskoran proses matematik.

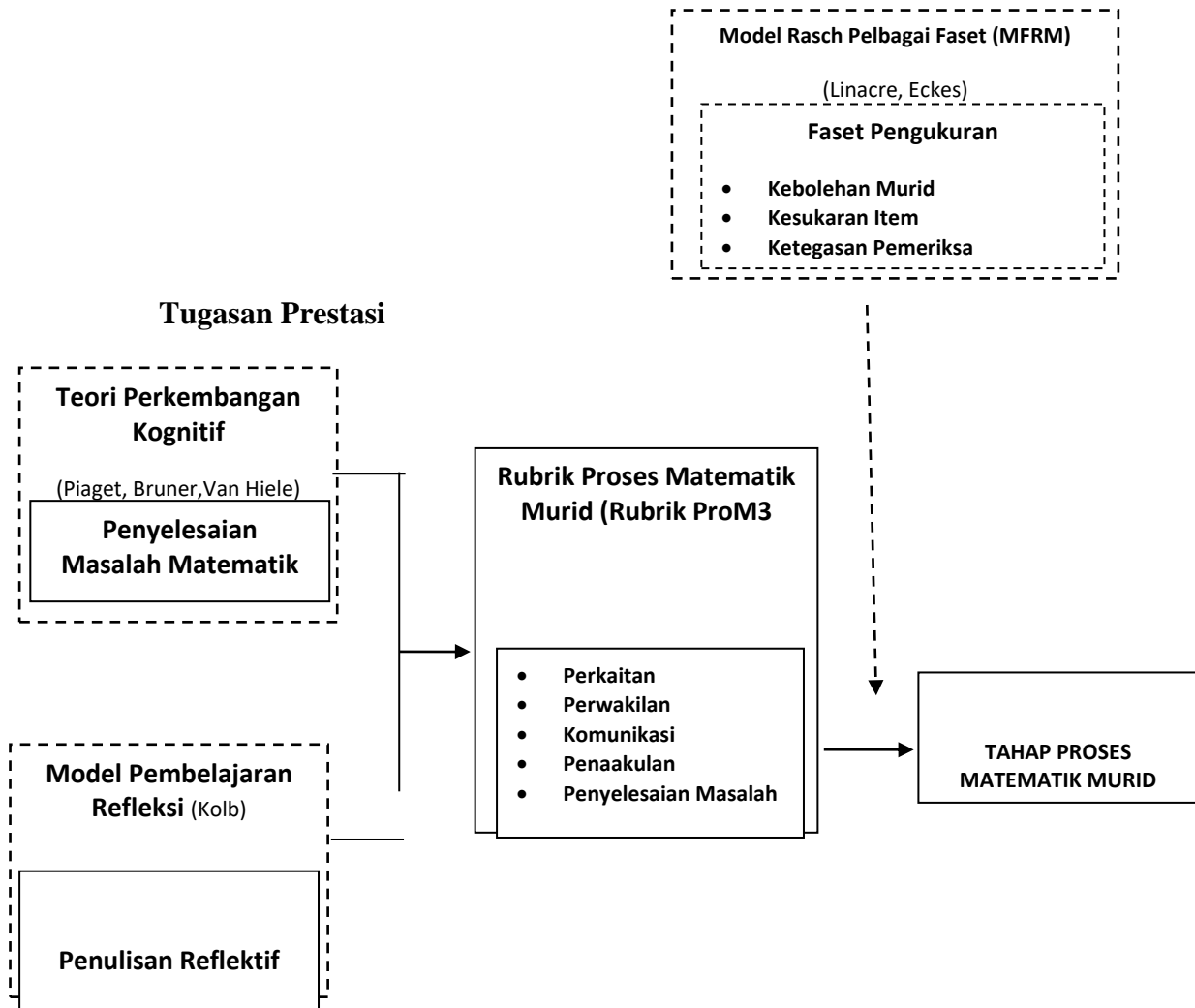
Proses matematik yang dilalui murid ini didapati meningkatkan pembelajaran murid apabila mereka berupaya mengaitkan pengalaman dengan apa yang dipelajari dalam bilik darjah (Mcleod, 2017). Ini bertepatan dengan apa yang diuraikan oleh teori pembelajaran reflektif di mana realiti dianggap sebagai sebahagian pembinaan mental murid. Pembelajaran berlaku apabila murid dapat mengecam asimilasi serta membuat akomodasi atau pengubahsuaian terhadap skema sedia ada yang mereka miliki (Piaget, 2008). Model pembelajaran refleksi Kolb menggambarkan aktiviti refleksi sebagai satu kitar pembelajaran yang terdiri daripada empat fasa iaitu pengalaman sebenar, pemerhatian reflektif, pengkonsepsian abstrak serta eksperimentasi aktif (Mcleod, 2017)

. Kitaran boleh bermula dari mana-mana fasa dan bergerak ke fasa berikutnya. Ia boleh bermula dari pengalaman sedia ada murid yang digunakan untuk membentuk konsep, mahupun situasi baru yang dihadapi murid membolehkan murid merancang dan mencuba strategi selanjutnya membentuk pengalaman unik dan kitaran diteruskan lagi. Atas asas tersebut, teori pembelajaran reflektif juga dikenali pembelajaran berasaskan pengalaman distrukturkan membentuk tugas prestasi penyelesaian masalah serta penulisan reflektif bagi memberi peluang murid mempraktikkan aktiviti refleksi dalam kitaran pembelajaran, selain membolehkan proses matematik murid ditaksir secara adil menggunakan rubrik penskoran yang dibangunkan.

Gabungan teori dan model dalam pembangunan instrumen adalah sebagai panduan untuk menentukan kandungan instrumen yang dibina tidak tersasar daripada tujuan sebenar pembinaannya. Pelbagai sorotan kajian dilakukan untuk menentukan pendekatan yang paling sesuai untuk membina rubrik yang ingin dibangunkan. Teori perkembangan kognitif memberi tumpuan terhadap perkembangan kanak-kanak dari segi pemprosesan maklumat, sumber konsep, kemahiran persepsi, pembelajaran bahasa dan lain-lain aspek perkembangan otak dan psikologi kognitif berbanding orang dewasa.

Kerangka konseptual kajian ditunjukkan dalam Rajah 2. Hasil penelitian terhadap teori perkembangan kognitif (Piaget, Bruner dan Van Hiele) dan model pembelajaran refleksi (Kolb), konstruk proses matematik dan dimensi-dimensi bagi pembinaan rubrik dikenal pasti sebagai proses perkaitan, perwakilan, komunikasi matematik, penaakulan dan penyelesaian masalah. Tugas penaksiran dibangunkan bagi membolehkan proses matematik murid bagi setiap dimensi yang dikenal pasti dinilai oleh pemeriksa.

Arahan tugas penyelesaian masalah dan penulisan reflektif disesuaikan dengan teori dan model yang diadaptasi ke dalam tugas, bagi memberi peluang murid mendemonstrasi proses pemikiran matematik mereka, langkah demi langkah berpandukan kitaran model pembelajaran refleksi kolb iaitu pengalaman sebenar, pemerhatian reflektif, pengkonsepsian abstrak dan eksperimentasi aktif. Setiap arahan tugas dipasangkan dengan kriteria rubrik yang ingin dinilai.



Rajah 2 Kerangka Konseptual Kajian

Menerusi Rajah 2 juga digambarkan perkaitan antara pemboleh ubah dengan hasil penaksiran, iaitu faset bagi pengukuran dari aspek kebolehan murid, kesukaran item, ketegasan pemeriksa serta kefungsi skala kualiti. Kesan interaksi antara ukuran kebolehan murid dan ukuran ketegasan pemeriksa dianalisis bagi meneliti adakah terdapat kesan bias hasil kesan halo, kecenderungan memusat serta ketegasan pemeriksa terhadap tahap penguasaan proses matematik murid. Perkaitan yang ditunjukkan menerusi kerangka konseptual ini adalah bagi memastikan rubrik yang dibangunkan mempunyai ciri-ciri psikometrik yang baik serta memberikan pengukuran yang produktif berdasarkan model Rasch pelbagai faset (MFRM).

Perbincangan dan Kesimpulan

Pendekatan untuk penaksiran harus sesuai supaya maklum balas yang diterima menyokong aktiviti pengajaran dan pembelajaran. Implikasi utama kajian ini secara teoretikal adalah

kejayaan menghubungkan dua produk pendekatan konstruktivisme radikal iaitu teori perkembangan kognitif dengan kitaran 4 fasa model pembelajaran refleksi kolb sebagai alat penaksiran untuk pembelajaran. Dengan ini, bukan sahaja kebolehan murid dapat diukur, tetapi juga memberi pengalaman kepada murid dan berpotensi membentuk pengetahuan. Dimensi proses matematik yang ingin diukur diperincikan berasaskan konstruktivisme radikal, iaitu perkaitan, perwakilan, komunikasi, penaakulan, dan penyelesaian masalah. Selanjutnya, kertas kerja ini turut mengetengahkan penggunaan model rasch pelbagai faset sebagai kaedah analisis kesahan instrumen bagi 4 faset yang menyumbang kepada hasil pengukuran kemahiran proses matematik murid iaitu kebolehan murid, kesukaran item, ketegasan pemeriksa serta kefungsiannya skala kualiti. Antara kelebihan model Rasch adalah ia mampu mengubah suai sifat pendam (*latent trait*) yang dikaji supaya pemerhatian dan penemuan daripada hasil sesuatu kajian dapat diterangkan dengan jelas mengikut teori yang dikaji atau sebaliknya. (Bond & Fox, 2015).

Rujukan

- Azizi Ahmad. 2010. *Pendekatan Alternatif dalam Pentaksiran Pembelajaran*. In *Pentaksiran Pembelajaran*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. 2001. *Applying the Rasch Model: Fundamental Measurement in The Human Sciences*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate Publishers, London.
- Bruner, J. 1960. *The Process of Education*. New York: Vintage.
- Costa, A. L., & Kallick, B. 2008. *Learning and Leading with Habits of Mind: 16 Essential Characteristics for Success*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Dewey, J. 1933. *How We Think: A Restatement of the Relation of Reflective Thinking to the Educative Process*. Boston: D. C. Heath and Company.
- Eftah Abdullah, & Abd Aziz Abd Shukor. 2013. *Penaksiran Prestasi & Penaksiran Rujukan Standard Dalam Bilik Darjah*. Tanjung Malim.
- Eggen, P., & Kauchak, D. 2010. *Educational Psychology: Windows on Classroom*. New Jersey: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Engelhard, G. 1994. Examining Rater Errors in the Assessment of Written Composition With a Many-Faceted Rasch Model. *Journal of Education Measurement* 31(2), 93–112.
- Fanari, R., Meloni, C., & Massidda, D. 2017. Early Numerical Competence and Number Line Task Performance in Kindergarteners. *14th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age*, 70–77.
- Freire, P. 1993. Education for Critical Consciousness. In *The Paulo Freire Reader*. <https://doi.org/10.1177/074171367402400405>
- Fuys, D. 1985. Van Hiele Levels of Thinking In Geometry. *Education and Urban Society*, 17(4).
- Ghazali Darusalam, & Sufean Hussin. 2018. Kerangka Konseptual dan Teoretikal Kajian. In *Metodologi Penyelidikan dalam Pendidikan: Amalan dan Analisis Kajian* (Edisi Kedua, pp. 168–221). Kuala Lumpur: Penerbit Universiti Malaya.
- Ghazi, S. R. 2014. Formal Operational Stage of Piaget's Cognitive Development Theory : An Implication in Learning Mathematics. 17(2), 71–85.

- Glaserfeld, Ernst Von, & Ackermann, E. K. (2011). Reflections on the Concept of Experience and the Role of Consciousness. *Constructivist Foundation*, 6(2), 193–203.
- Gravemeijer, K., Stephan, M., Julie, C., Lin, F. L., & Ohtani, M. 2017. What Mathematics Education May Prepare Students for the Society of the Future? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 105–123. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9814-6>
- Habermas, J. 1984. The Theory of Communicative Action 1. *Reason and Rationalization of Society*. In Beason Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Jurezak, P. M. 1997. The Language and Metaphor of Jean Piaget. *Educational Psychology Review*, 9(3), 311–318. <https://doi.org/10.1023/A:1024795410368>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. 2015. *Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran Matematik Tingkatan 1* (Bahagian Pembangunan Kurikulum, ed.). Putrajaya: Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Kolb, D. A. 1984. Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. In *Prentice Hall*, Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-7223-8.50017-4>
- Lans, R. M. Van Der, Grift, W. J. C. M. Van De, & Veen, K. Van. 2015. Developing a Teacher Evaluation Instrument to Provide Formative Feedback Using Student Ratings of Teaching Acts Rikkert. 34(3), 18–27.
- Linacre, J. M. 2018. *A User's Guide to FACETS Rasch Model Computer Programs*.
- Matteo, S. 1993. Review of Vico Revisited : Orthodoxy , Naturalism and Science in the *Scienza Nuova. Italica*, 70(1), 99–103.
- McLeod, S. 2017. *Kolb-Learning Styles*. Retrieved from www.simplypsychology.org/learning-kolb.html
- Mezirow, J. 2004. Transformative Learning: Theory to Practice. *New Directions for Adult and Continuing Education*. <https://doi.org/10.1002/ace.7401>
- Nielsen, J. B., Kyvsgaard, J. N., Sildorf, S. M., Kreiner, S., & Svensson, J. 2017. Item analysis using Rasch models confirms that the Danish versions of the DISABKIDS ® modules are valid and reliable. 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12955-017-0618-8>
- Nik Azis Nik Pa. 1999. *Pendekatan Konstruktivisme Radikal dalam Pendidikan Matematik*. Kuala Lumpur.
- Nitko, A. J., & Brookhart, S. M. 2011. *Educational Assessment of Students* (6th.). Arizona. United States: Pearson.
- Ojose, B. 2008. Applying Piaget's Theory of Cognitive Development to Mathematics Instruction. *The Mathematics Educator*, 18(1), 26–30.
- Ostrow, J. 1999. *Making Problems, Creating Solutions: Challenging Young Mathematicians* (1st ed.). Portland, Maine: Stenhouse Publishers.
- Piaget, J. 2008. Intellectual Evolution from Adolescence to Adulthood 1. *Human Development*, 14, 40–47. <https://doi.org/10.1159/000112531>
- Piaget, J. 1966. The Psychology of Intelligence and Education. *Childhood Education*, 42(9), 528. <https://doi.org/10.1080/00094056.1966.10727991>

- Piaget, J. 2015. The Attainment of Invariants and Reversible Operations in the Development of Thinking. *Social Research*, 51(1), 167–184.
- Schoenfeld, A. H. 1987. *Cognitive Science and Mathematics Education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schon, D. 1983. *The Reflective Practitioner*. New York: Basic.
- Von Glasersfeld, E. 1984. An Introduction to Radical Constructivism. In *The Invented Reality*. New York: Norton.
- Wright, B. D., & Linacre, J. M. 1989. Observations Are Always Ordinal; Measurements, However, Must Be Interval. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 70(12), 857–860.
- Zimmerman, B. J. 1990. Self-regulated Learning and Academic Achievement: An Overview. *Educational Psychologist*, 25(1), 3–17.