



## Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)

Volume 6, Issue 9, September 2021

e-ISSN : 2504-8562

Journal home page:  
[www.msocsciences.com](http://www.msocsciences.com)

### **Kerangka Prosedur Pembinaan Instrumen Bagi Mengukur Tahap Kemahiran Proses Matematik Murid**

**Normarina Abd Rahman<sup>1</sup>, Siti Eshah Mokshein<sup>1</sup>, Hishamuddin Ahmad<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fakulti Pembangunan Manusia, Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI)

Correspondence: Normarina Abd Rahman ([normarinaabdrahman@gmail.com](mailto:normarinaabdrahman@gmail.com))

#### **Abstrak**

Proses matematik merupakan kemahiran penting yang perlu dikuasai murid sebagai hasil pembelajaran matematik. Murid dengan kemahiran proses matematik yang baik boleh mengorganisasikan struktur pengetahuan mereka dengan menghubungkan kait, mewakili, berkomunikasi secara matematik, menaakul serta menyelesaikan masalah. Pengetahuan berkaitan tahap kemahiran proses matematik murid bukan sahaja memberi maklumat berkaitan pembelajaran murid, malah ia membolehkan pelbagai langkah intervensi dirangka, serta turut menjadi bukti empirikal kepada pembuat dasar. Namun demikian, bagi mengukur kemahiran proses matematik murid ini, tidak adil bagi murid-murid untuk dinilai secara total sebagai betul atau salah sahaja. Murid juga perlu diberi kredit bagi usaha atau proses yang berjaya ditunjukkan, walaupun belum dapat mencapai jawapan yang tepat. Justeru, artikel ini bertujuan untuk menyumbang literatur kajian berkaitan model-model pembangunan instrumen khususnya rubrik dan tugas pentaksiran. Penelitian terhadap teori, model dan standard berkaitan akan mencadangkan satu kerangka pembangunan instrumen bagi mengukur proses matematik murid yang disasarkan.

**Kata kunci:** proses matematik, pembinaan rubrik, pembinaan tugas prestasi, model Rasch

### **Framework of Instrument Development Procedures of Measuring Student's Level of Mathematical Process Skills**

#### **Abstract**

The mathematical process is an important skill that students need to master as a learning outcome of mathematics. Students with good mathematical process skills should be able to organize their knowledge structure by connecting, representing, communicating mathematically, reasoning and problem solving. Knowledge regarding students' mathematical process skills level not only provides information related to students' learning, but also allows various intervention measures to be designed, as well as empirical evidence to policy makers. However, in order to measure these students' mathematical process skills, it is not fair for students to be assessed in total as right or wrong only. Students should also be given credit for their efforts or processes that have been successfully demonstrated, even if they have not been able to achieve the correct answer yet. Thus, this paper aims to contribute research literature related to instrument development models especially rubrics and assessment tasks. Research on relevant theories, models and standards will propose an instrument development framework for measuring targeted student mathematical processes.

**Keywords:** mathematical process, rubric development, performance task development, Rasch model

---

## Pengenalan

Menurut Ferri (2015), pemikiran murid dalam memproses matematik tidak semestinya seragam atau berstruktur, tetapi kebolehan murid memproses matematik mampu membantu murid membina struktur pengetahuan mereka. Setiap murid mempunyai kecenderungan yang berlainan dalam gaya pemikiran matematik, sama ada secara visual atau pun analitik. Proses penstrukturan ini seterusnya secara berperingkat akan menggalakkan pemikiran murid terhadap fakta atau formula matematik, maka struktur pengetahuan yang terbina sebelumnya akan terus berkembang seiring pembelajaran murid (Ferri, 2015). Seterusnya Stacey (2014) menyimpulkan bagaimana proses matematik murid ini amat penting lantaran ia menyediakan murid dengan kemampuan untuk memanfaatkan pengetahuan matematik yang dipelajari, sekali gus boleh menjadi hasil pembelajaran bermakna yang dibawa selepas habis alam persekolahan.

Apabila murid dapat menghubungkan kait konsep dan idea matematik, mewakili idea dan strategi matematik, berkomunikasi dengan baik dan yakin, membuat penaaakulan, serta menyelesaikan permasalahan yang mencabar, murid sebenarnya telah mendemonstrasikan proses-proses penting dalam menjana dan meningkatkan kefahaman terhadap pengetahuan kandungan matematik (Ayllon et.al, 2016; Onal et.al, 2017; Imam Sujadi & Ulfa Masamah, 2017; Edi Syahputra, 2013). Kemampuan murid bekerja secara sistematik dalam menyelesaikan masalah, mencuba pelbagai strategi, bermula semula setelah strategi sebelumnya adalah tidak tepat, menguji konjektur (andaian/idea) memberi bukti tahap penguasaan murid terhadap proses matematik yang diperlukan (Schoenfeld, 2013).

Kajian-kajian berkaitan proses matematik kian mendapat perhatian baik di peringkat tempatan mahupun antarabangsa (Doerr & English, 2003; Fazura Mohd Noor et.al, 2016; Oers, 2010). Kebanyakan kajian dijalankan dengan memfokuskan satu proses matematik atau dijalankan secara kualitatif baik melalui temu ramah, rakaman video mahupun pemerhatian langsung. Pendekatan kualitatif ini memberi banyak maklumat secara mendalam kepada pengkaji, namun terdapat jurang bagaimana hasil dapatan boleh disebar luas kepada seluruh populasi yang disasarkan. Justeru, terdapat keperluan bagi membangunkan instrumen yang dapat diguna pakai secara meluas bukan sahaja bagi mengukur kemahiran proses matematik murid, tetapi juga boleh dijadikan medium pengumpulan data bagi tujuan intervensi dan sebagai bukti empirikal kepada pembuat dasar.

Tugas berbentuk penyelesaian masalah matematik mampu memberi banyak maklumat berkaitan kemahiran proses matematik murid jika distrukturkan bersesuaian. Murid dikenal pasti perlu mengaplikasikan kesemua kemahiran proses matematik yang diperlukan iaitu membuat perkaitan, perwakilan, komunikasi, penaaakulan seterusnya menyelesaikan masalah. Lazimnya soalan penyelesaian masalah ditadbir dalam format subjektif baik secara struktur mahupun respons terbuka. Beberapa contoh kajian lepas oleh Raifana, Saad dan Dollah (2016) serta Intaros, Inprasitha dan Srisawadi (2014) berkaitan penyelesaian masalah lebih tertumpu pada kajian kes dan analisis secara kualitatif dengan penglibatan amaun responden yang terhad. Namun begitu, penggunaan tugas bersama rubrik berpotensi menjadi medium bagi mengukur proses matematik mereka. Langkah pengekodan respons berdasarkan rubrik mampu memberi peluang data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif. Analisis menggunakan model pengukuran Rasch bagi kajian ini dapat memastikan item yang dibangunkan boleh ditadbir kepada sampel yang lebih besar bagi menentukan kesahan dan kebolehpercayaan instrumen ujian. Tambahan lagi melalui analisis model pengukuran Rasch pelbagai faset, prestasi proses matematik murid yang ingin diukur ditentukan bukan sahaja dengan mengambil kira kebolehan murid serta kesukaran item, tetapi juga ketegasan pemeriksa yang turut menyumbang kepada produktiviti pengukuran (Eckes, 2015).

## Objektif Kajian

Objektif artikel ini secara khususnya ialah untuk membangunkan kerangka prosedur pembangunan instrumen (KPPi) pengukuran proses matematik murid berasaskan model-model serta langkah-langkah pembangunan instrumen yang dikenal pasti.

## Sorotan Literatur

### *Pembangunan Tugas Pentaksiran Prestasi*

Penyediaan instrumen tugas pentaksiran prestasi (*performance assessment*) adalah situasi yang distrukturkan di mana bahan rangsangan dan maklumat yang diperlukan atau tindakan yang ditunjukkan oleh individu yang memberikan gerak balas boleh dinilai kualitinya menggunakan standard yang eksplisit (Eftah & Abd Aziz, 2013). Standard digunakan bagi menilai hasil akhir atau proses yang dilalui dalam mempersembahkan hasil akhir tugas. Persoalannya, bagaimana caranya untuk mereka bentuk tugas dan rubrik bagi membolehkan pengukuran yang diinginkan dapat dicapai?

Johnson et al. (2009) menyenaraikan tiga langkah untuk membangunkan tugas pentaksiran. Pertama, dengan mengenal pasti jenis tugas yang ingin dibangunkan supaya bersesuaian dengan objektif pengukuran, keduanya memperincikan prosedur dan konteks tugas, dan ketiga menyediakan situasi penyelesaian masalah berserta arahan tugas atau item yang spesifik untuk diselesaikan murid.

Eftah dan Abd Aziz (2013) pula menyediakan senarai 10 langkah bagi mereka bentuk tugas yang lebih terperinci seperti berikut; i) mengenal pasti standard dan petunjuk penanda aras, ii) reka konteks yang bermakna untuk tugas, iii) kenal pasti kemahiran berfikir atau proses membina tugas, iv) kenal pasti hasil atau prestasi, v) kenal pasti kriteria untuk menilai prestasi, vi) menjana contoh gerak balas, vii) membina alat penskoran, viii) menjelaskan pilihan tugas dan parameter-parameter, ix) mencuba tugas dan x) mengkaji semula sekiranya perlu.

### *Pembangunan Rubrik*

Usaha meningkatkan kesahan dan kebolehpercayaan sesuatu pentaksiran prestasi berkait rapat dengan seberapa teliti rubrik penskoran dibangunkan (Perlman, 2003). Berbeza dengan penskoran bagi soalan pelbagai pilihan (MCQ) mahupun respon ringkas, tugas yang melibatkan respons terbuka berupa pandangan, penjelasan mahupun refleksi seperti tugas yang dibangunkan dalam kajian ini boleh mempunyai lebih dari satu jawapan yang betul. Maka itu, respons murid tidak patut diskor berdasarkan satu skema penskoran yang ketat. Penilaian hasil tugas murid perlu dibuat secara penghakiman mahupun pemerhatian oleh pemeriksa dan biasanya bersifat subjektif. Bagi meningkatkan kualiti penilaian yang dilakukan, pemeriksa perlu dipandu dengan satu panduan penskoran berasaskan kriteria, lengkap dengan indikator yang perlu diperhatikan berserta deskriptor terperinci berkaitan kualiti bagi setiap skor yang akan diberi (Arter & McTighe, 2001).

Panduan penskoran atau rubrik merupakan alat bagi mentaksir produk, projek atau tahap kemahiran murid. Rubrik mengukur masteri murid dalam konteks yang dikenal pasti dalam objektif pengukuran. Rubrik bermanfaat baik bagi guru sebagai pemeriksa mahupun murid. Rubrik membantu murid mengetahui apa yang sepatutnya mereka lakukan dan memahami kualiti kerja yang seharusnya dihasilkan. Rubrik juga membolehkan pemeriksa mengesan dan mentaksir data.

Rubrik dibangunkan bagi membolehkan penilaian kualiti hasil pembelajaran ataupun pentaksiran dilakukan. Rubrik yang dibangunkan secara teliti mampu membantu guru menilai kualiti pembelajaran serta penguasaan murid secara khusus dan konsisten selain membantu murid membuat penilaian sendiri berkaitan tahap penguasaan mereka, mengetahui apa yang perlu dilakukan bagi meningkatkan prestasi seterusnya berusaha mencapai prestasi yang lebih tinggi.

Rubrik merupakan garis panduan deskriptif, panduan pemarkahan atau kriteria prestasi dengan ciri spesifik tertentu di mana setiap tahap prestasi diterangkan untuk membezakannya dengan prestasi di aras berlainan (Lantz, 2004). Ini berbeza berbanding skala penarafan yang memberi skala (1-5) dan penerangan setiap nombor dalam skala (1 = Tidak dapat diterima hingga 5 = Melebihi Jangkaan), tetapi tidak memberikan gambaran tentang perbezaan tertentu antara persembahan prestasi mahupun deskriptor kualiti di setiap peringkat. Satu set rubrik digunakan bagi membimbing penarafan prestasi, produk atau proses pembelajaran murid di pelbagai tahap prestasi.

Tahap prestasi biasanya dibahagikan kepada tiga hingga enam titik skala dan diberi label seperti tidak pernah-kadang-kadang-kerap-sentiasa; asas-memerlukan peningkatan-memenuhi harapan-melebihi jangkaan; atau lemah-baik-cemerlang-unggul. Rubrik untuk tahap tertentu menerangkan aras kualiti prestasi di peringkat itu, dan setiap rubrik berikutnya menerangkan kualiti prestasi pada setiap peringkat seterusnya seperti gambaran rubrik secara generik yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Rubrik tidak menggunakan nombor atau gred tanpa deskriptor kerana asas pembinaan rubrik bukan digunakan untuk membandingkan prestasi murid, tetapi untuk membandingkan penguasaan murid terhadap kriteria yang ditetapkan (Arter & McTighe, 2001).

Rajah 1: Set Generik bagi Rubrik

Tahap 1: Kriteria prestasi; deskriptor prestasi bagi tahap 1
Tahap 2: Kriteria prestasi; deskriptor prestasi bagi tahap 2
Tahap 3: Kriteria prestasi; deskriptor prestasi bagi tahap 3

Hasil prestasi juga boleh dinilai merentasi pelbagai atribut atau elemen prestasi menggunakan rubrik untuk setiap atribut di setiap peringkat seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Ciri-ciri tertentu yang digunakan untuk set rubrik boleh ditentukan secara individu atau prestasi keseluruhan dapat diperhatikan sekaligus.

Jadual 1: Rubrik dengan Tiga Kriteria dan Empat Aras Kualiti Prestasi

	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
Atribut prestasi 1	Deskriptor 1.1	Deskriptor 1.2	Deskriptor 1.3	Deskriptor 1.4
Atribut prestasi 2	Deskriptor 2.1	Deskriptor 2.2	Deskriptor 2.3	Deskriptor 2.4
Atribut prestasi 3	Deskriptor 3.1	Deskriptor 3.2	Deskriptor 3.3	Deskriptor 3.4

Bilangan, jenis dan sifat penarafan dalam rubrik ditentukan berdasarkan objektif dan definisi operasi bagi konstruk yang diukur dalam sesuatu tugas prestasi yang dibangunkan (Nitko & Brookhart, 2011). Pembangun rubrik boleh mempertimbangkan apa-apa kriteria yang sesuai dan perlu diperhatikan sebagai indikator penguasaan dimensi oleh murid. Seperti dalam kajian ini, 29 kriteria telah dikenal pasti sebagai indikator bagi lima dimensi (perkaitan, perwakilan, komunikasi, penaaakulan dan penyelesaian masalah) pengukuran konstruk proses matematik murid. Deskriptor bagi setiap tahap prestasi pada setiap kriteria dan ciri-ciri tertentu tugas pembelajaran menggerakkan proses penilaian melebihi penggredan tradisional dengan memperkuat kriteria yang lebih jelas untuk penggredan.

Stergar (2005), Eftah dan Abd Aziz (2013), Burke (2006) serta Arter dan McTighe (2001) masing-masing menyediakan maklumat bagaimana membina rubrik. Stergar dalam bukunya *Performance Tasks, Checklist and Rubrics* menyenaraikan empat langkah bagi membina rubrik bermula dengan membina skala *rating*, menentukan kriteria dan indikator, gambarkan hasil prestasi murid pada setiap tahap, serta bangunkan skala penskoran dan penggredan. Ini berpadanan dengan panduan pembinaan rubrik seperti yang dinyatakan oleh Eftah dan Abd Aziz (2013), di mana pembinaan dimulakan dengan

mencipta skala penarafan sebelum kriteria dan indikator rubrik diperincikan. Rubrik juga perlu mengandungi komponen berikut; i) skala penarafan, ii) kriteria yang menggambarkan standards, iii) indikator bagi setiap tahap prestasi, iv) sistem penskoran, dan v) skala penggredan.

Berbeza dari pendekatan membangun rubrik dari skala rating, Burke (2006) pula menterjemah standard kepada rubrik dalam enam langkah iaitu; i) menetapkan standard sasaran, ii) menentukan idea utama, iii) mengorganisasikan senarai rujukan guru, iv) membina tugasan, v) membangunkan senarai rujukan murid dan vi) membina rubrik pentaksiran. Selanjutnya langkah pembinaan rubrik yang seakan turut dihurai oleh Arter dan McTighe (2001) sebagai berikut; i) mengumpulkan sampel hasil tugasan murid, ii) kelaskan hasil tugasan kepada beberapa kumpulan tahap serta justifikasi pengelasan, iii) kelompokkan justifikasi pengelasan sebagai trait atau dimensi prestasi, iv) perincian definisi dan nilai bagi setiap dimensi, v) cari sampel tugasan murid yang menggambarkan setiap skor bagi setiap dimensi dan vi) tambah baik rubrik dari masa ke masa.

Burke (2006) turut menyenaraikan enam kriteria yang boleh digunakan dalam pembinaan rubrik yang berkesan sebagai;

- i. gunakan nombor spesifik seperti '2' atau '3' berbanding perkataan yang samar-samar seperti 'beberapa', 'banyak' atau 'sedikit'.
- ii. gunakan deskriptor spesifik seperti 'original', 'novel' berbanding baik, atau sangat baik.
- iii. gunakan istilah berasaskan standard kurikulum supaya rubrik sah
- iv. susunkan skala pada kontinum dari 1 hingga 4 dengan jarak yang sama antara setiap markah
- v. gunakan skor '3' untuk menunjukkan deskriptor yang memenuhi standard nasional dan skor '4' untuk menunjukkan deskriptor yang melebihi standard nasional dengan prestasi yang di luar jangkaan
- vi. nyatakan jangkaan hasil tugasan yang jelas supaya semua guru, murid, dan ibu bapa mengetahui kriteria untuk kualiti yang tepat bagi memperoleh sesuatu gred

Sementara itu Eftah dan Abd Aziz (2013) menegaskan ciri-ciri lembaran kriteria yang baik bagi menjelaskan bukti-bukti yang diharapkan diperoleh daripada respon murid terhadap tugasan atau standard yang digunakan seperti berikut:

- i. mempunyai tahap standard yang jelas (contoh 5-4 standard gred mewakili lulus dan 1 gred gagal)
- ii. standard telah ditetapkan contohnya Cemerlang, Kepujian, Sederhana, Lemah, Sangat Lemah dan gagal
- iii. deskriptor standard menggunakan perkataan yang tepat bagi menjelaskan standard dan bukannya perkataan yang terlalu umum seperti 'baik' dan juga tidak terlalu negatif pada standard yang rendah
- iv. Pada setiap standard pertengahan biasanya dijelaskan iaitu kepujian peringkat sederhana
- v. Rubrik adalah ringkas, dalam satu atau dua muka surat sahaja
- vi. Lembaran dalam "*font*" yang boleh dibaca dan tersusun
- vii. Menggunakan pernyataan penting bagi respons/ gerak balas murid dalam setiap standard

## Metod Kajian

Metodologi kajian difokuskan bagi membolehkan objektif kajian dicapai. Bagi membangunkan kerangka prosedur pembangunan instrumen bagi mengukur kemahiran proses matematik murid, pengkaji telah merujuk pelbagai langkah pembinaan ujian untuk dijadikan panduan dalam pembinaan instrumen. Model Rasch mendominasi prinsip dan prosedur pembangunan instrumen dalam kajian ini. Sepanjang proses pembangunan instrumen, dua prinsip utama pembangunan instrumen dalam model Rasch mendasari keseluruhan proses. Prinsip pertama, instrumen mengukur satu konstruk tunggal dan bersifat unidimensi. Kedua, item instrumen boleh disusun secara hierarki pada skala linear.

Langkah pertama dalam pembinaan instrumen bagi model Rasch seperti yang diterangkan oleh Boone dan Staver (2020) ialah merujuk kepada teori dan model sebagai panduan penulisan item ujian supaya kedudukan item pada skala linear dapat dianggar bagi mengukur satu konstruk tunggal. Kemudian, jadual spesifikasi instrumen (JSI) dirangka sebagai *blue print* penulisan item mengikut jangkaan hierarki tahap kesukaran item (rendah, sederhana, tinggi). Bagi setiap tahap yang dijangka pada skala, sekurang-kurangnya 3 item ditulis berserta perincian justifikasi jangkaan kedudukan item. Draf item selanjutnya disemak dari aspek struktur ayat, bahasa, boleh difahami. Pemurnian item dibuat berdasarkan maklum balas, manakala item yang tidak berjaya dipersetujui digugurkan. Baki item yang tinggal disusun semula ke dalam skala linear berserta justifikasi kedudukan item, sertakan rujukan yang menyokong kedudukan item.

Instrumen yang dibangunkan dalam kajian ini berupa tugas prestasi berserta rubrik penskoran. Langkah menterjemah standard kepada rubrik yang diperkenalkan oleh Burke (2006) bersesuaian untuk diadaptasi dalam kajian ini kerana enam langkah yang disyorkan merangkumi pembangunan rubrik dan tugas. Langkah Burke ini dimulai dengan menetapkan standard sasaran iaitu penetapan proses matematik sebagai konstruk yang ingin diukur. Langkah kedua ialah menentukan idea utama (dimensi), diikuti dengan mengorganisasikan senarai rujukan guru (kriteria), membina tugas, membangunkan senarai rujukan murid dan membina rubrik pentaksiran.

Pengkaji turut meneliti prosedur pembangunan tugas yang tidak diperincikan dalam langkah Burke. Eftah dan Abd Aziz (2013) menyenaraikan 10 langkah bagi mereka bentuk tugas yang lebih terperinci seperti berikut; i) mengenal pasti standard dan petunjuk penanda aras, ii) reka konteks yang bermakna untuk tugas, iii) kenal pasti kemahiran berfikir atau proses membina tugas, iv) kenal pasti hasil atau prestasi, v) kenal pasti kriteria untuk menilai prestasi, vi) menjana contoh gerak balas, vii) membina alat penskoran, viii) menjelaskan pilihan tugas dan parameter-parameter, ix) mencuba tugas dan x) mengkaji semula sekiranya perlu.

Sebelum instrumen dibangunkan berpandu kepada model Rasch serta langkah-langkah pembangunan rubrik dan tugas yang telah dihuraikan, pengkaji terlebih dahulu merujuk model ADDIE bagi merangka prosedur pembangunan instrumen yang lebih teratur. ADDIE adalah singkatan bagi *Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*. Secara umum, ADDIE merupakan model pembangunan produk. Model ADDIE diterapkan dalam kajian ini bagi tujuan membangunkan instrumen pengukuran secara lebih lengkap dan sistematik. Falsafah pendidikan untuk model ADDIE ini adalah pembelajaran yang berpusatkan murid, inovatif, autentik, dan memberi inspirasi (Branch, 2009). Memandangkan model ADDIE boleh berfungsi sebagai kerangka bagi panduan pembangunan instrumen yang lebih kompleks, maka ia sesuai diaplikasikan bagi membangunkan rubrik dan tugas secara sistematik untuk digunakan bagi mengukur proses matematik murid dalam kajian ini. Fungsi model ADDIE yang digunakan bagi mengorganisasikan pelbagai model dan langkah pembinaan instrumen dalam kajian ini ditunjukkan dalam Jadual 2.

Jadual 2: Langkah Pembangunan Rubrik dan Tugas Diorganisasikan Berdasarkan Model ADDIE

Fasa	Sumber	Analisis	Reka Bentuk	Pembangunan	Pelaksanaan	Penilaian
Prosedur / Langkah	(Boone & Staver, 2020)	Pengukuran satu pemboleh ubah/ konstruk berasaskan teori	Senaraikan kriteria bagi setiap dimensi			Analisis Rasch
		Mereka bentuk tugas prestasi	Susun kriteria pada satu garis lurus			

	Senaraikan dimensi-dimensi bagi konstruk pada satu garis lurus	Beri justifikasi jangkaan kedudukan kriteria mengikut tahap kesukaran pada garis lurus			
(Burke, 2006)	Kenal pasti standard/pemboleh ubah (konstruk)	Bentuk kriteria yang ingin diukur	Bina panduan murid		
	Kenal pasti Idea Utama (dimensi)	Mereka bentuk tugas prestasi	Bina rubrik penskoran		
(Eftah & Abd Aziz, 2013)	Mengenal pasti standard dan petunjuk penanda aras	Reka konteks yang bermakna bagi tugas  kenal pasti kemahiran berfikir/proses membina tugas kenal pasti hasil prestasi . Kenal pasti kriteria untuk menilai prestasi	Menjana contoh gerak balas  Membina alat penskoran	Menjelaskan pilihan tugas dan parameter-parameter (kriteria) Mencuba tugas	Mengkaji semula sekiranya perlu
(Kolb, 1984)			Pengalaman sebenar Pemerhatian Reflektif Pengkonsepsian abstrak Eksperimen aktif		

## Hasil dan Perbincangan Kajian

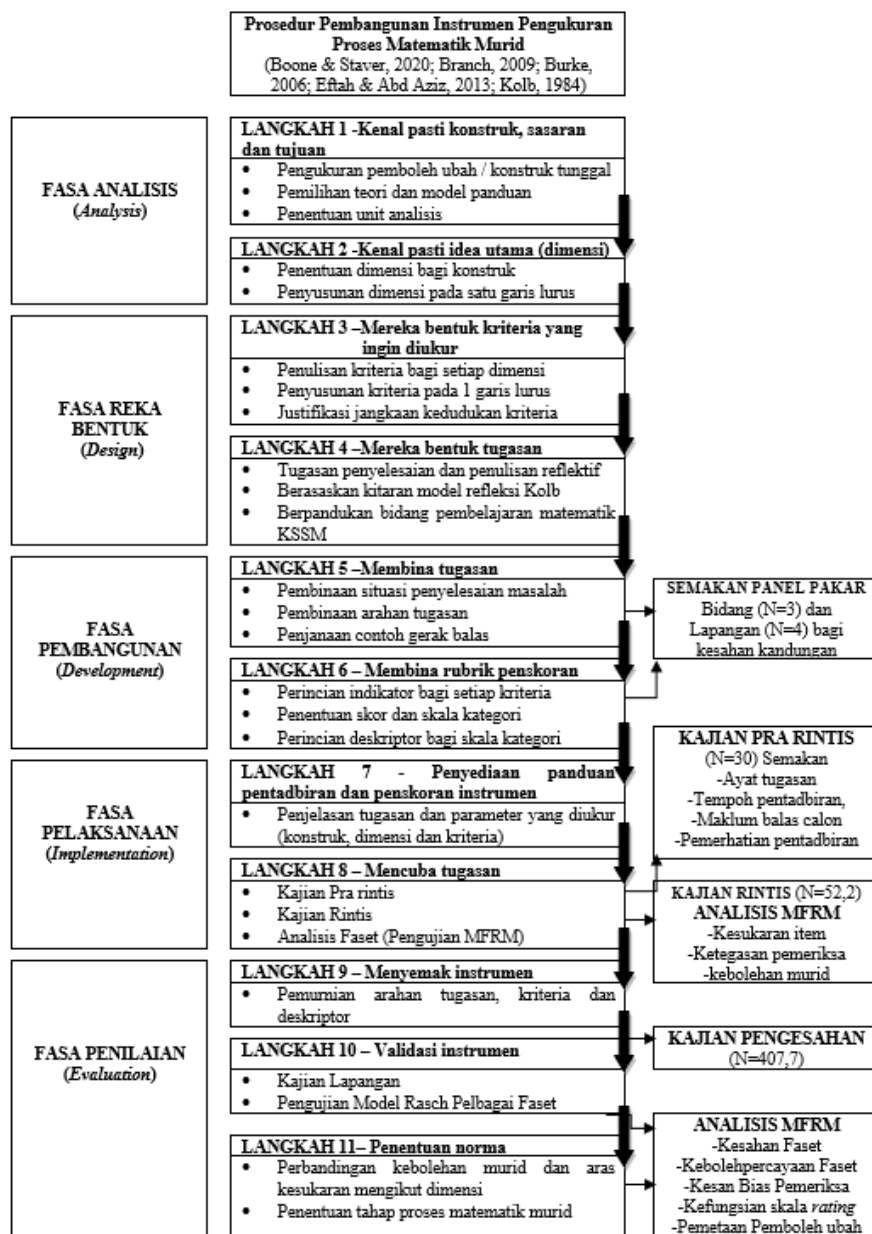
Hasil kajian ini adalah suatu kerangka prosedur pembangunan instrumen (KPPI) untuk mengukur proses matematik murid. Berdasarkan kajian literatur yang dijalankan, terdapat 11 langkah dikenal pasti bagi membangunkan rubrik dan tugas pentaksiran prestasi dalam kajian ini. KPPI proses matematik murid dibina berdasarkan gabungan panduan utama berikut :

- i. Pembinaan item berasaskan model Rasch (Boone & Staver, 2020)
- ii. 6 langkah dari standard ke rubrik (Burke, 2006)
- iii. 10 langkah mereka bentuk tugas prestasi (Eftah & Abd Aziz, 2013).
- iv. 4 fasa kitaran model pembelajaran refleksi Kolb (Kolb, 1984)

Langkah-langkah dalam KPPI ini dipetakan kepada 5 fasa pembangunan dalam model ADDIE iaitu fasa analisis, reka bentuk, pembangunan, pelaksanaan, dan pengesahan (Branch, 2009). Rajah 2 menggambarkan secara grafik 11 langkah bagi KPPI yang dihasilkan. Di awal proses pembangunan instrumen, pengkaji terlebih dahulu menetapkan proses matematik sebagai konstruk tunggal yang ingin diukur, teori dan model yang berkaitan, serta penentuan murid sebagai unit analisis. Ini penting bagi memastikan instrumen yang dibangunkan menepati kumpulan sasaran dan mencapai tujuan pengukuran dijalankan. Setiap peringkat pembinaan instrumen mengandungi langkah-langkah yang melibatkan proses secara berturutan daripada awal sehingga menghasilkan instrumen yang boleh ditadbirkan kepada sasaran sebenar.

Huraian pembangunan rubrik dan tugas prestasi di sekaligus memandangkan pembangunan kedua-duanya adalah dalam satu kerangka tunggal seperti yang digambarkan dalam Rajah 2. Pada fasa analisis, isu dan idea utama dalam pengukuran proses matematik murid dikenal pasti melalui analisis dokumen dengan penumpuan terhadap prestasi murid di peringkat nasional dan antarabangsa, aspek penguasaan proses matematik murid, standard proses matematik dalam KSSM, pemilihan instrumen bersesuaian serta mengenal pasti pendekatan yang digunakan dalam membina tugas dan rubrik penskoran bagi mengukur proses matematik murid.

Rajah 2: Kerangka Prosedur Pembangunan Instrumen (KPPI)



Sorotan literatur dilakukan bagi mengenal pasti pemboleh ubah yang terlibat berkaitan pengukuran proses matematik berasaskan teori perkembangan kognitif seterusnya menentukan tujuan pembinaan instrumen dan kumpulan sasaran yang akan diuji. Penelitian ini membolehkan lima dimensi bagi konstruk proses matematik dikenal pasti sebagai perkaitan, perwakilan, komunikasi, penaakulan dan penyelesaian masalah. Kelima-lima dimensi ini disusun pada satu garis lurus berdasarkan jangkaan aras kesukaran bagi setiap dimensi.

Seterusnya pada fasa reka bentuk, sekurang-kurangnya tiga kriteria bagi setiap dimensi diperincikan. Analisis dokumen standard KSSM serta penelitian literatur terhadap kajian-kajian terdahulu berkaitan proses matematik dilaksanakan untuk mengenal pasti kriteria-kriteria pengukuran yang sesuai dibina berdasarkan definisi operasi konstruk proses matematik murid. Kriteria-kriteria ini juga disusun dalam satu garis lurus, sebelum justifikasi jangkaan kedudukan kriteria diperincikan.

Pada fasa reka bentuk ini juga, pengkaji menetapkan bentuk tugas prestasi yang membolehkan kriteria bagi setiap dimensi konstruk proses matematik dinilai. Tugas penyelesaian masalah dan penulisan reflektif menjadi pilihan pengkaji untuk dibangunkan bagi mengukur proses matematik murid. Ini membolehkan kemahiran murid yang ingin diukur dalam kajian ini dapat diterjemahkan. Situasi penyelesaian masalah dan arahan tugas bagi tugas prestasi ini dibina berdasarkan model pembelajaran refleksi Kolb serta bidang pembelajaran matematik KSSM. Pada peringkat ini pengkaji turut meneliti ciri-ciri pembinaan rubrik yang baik menurut panduan penyelidik terdahulu seperti Lantz (2004), Moskal (2003), Stergar (2005) serta Arter dan McTighe (2001) untuk diadaptasi dan disesuaikan dengan keperluan kajian.

Fasa Pembangunan pula melibatkan penulisan awal situasi penyelesaian masalah dan arahan tugas bagi tugas prestasi. Pengkaji menyediakan draf tugas yang mengandungi empat peringkat kitaran model pembelajaran refleksi Kolb iaitu pengalaman sebenar, pemerhatian reflektif, pengkonsepsian abstrak serta eksperimentasi aktif. Dalam fasa ini juga Rubrik ProM3 mula dibentuk berdasarkan templat pencirian rubrik dilengkapi senarai 29 kriteria merangkumi lima dimensi proses matematik iaitu perkaitan, perwakilan, komunikasi matematik, penaakulan dan penyelesaian masalah sebagai indikator bagi mengukur dimensi yang dikenal pasti.

Setiap kriteria diperincikan dengan deskriptor berpadanan yang menggambarkan aras kualiti bagi setiap indikator yang diperhatikan. Seterusnya draf tugas, rubrik berserta jadual spesifikasi item dirujuk kepada panel pakar yang terdiri daripada pensyarah-pensyarah dalam bidang pengukuran pendidikan dan pendidikan Matematik serta pakar-pakar dari lapangan (guru matematik) bagi mendapatkan kesahan kandungan.

Hasil cadangan dan ulasan pakar, instrumen dimurnikan sebelum ditadbir pada fasa pelaksanaan. Pengkaji terlebih dahulu menyediakan panduan pentadbiran dan penskoran instrumen. Panduan ini menjelaskan pelaksanaan kaedah tugas, serta perincian berkaitan parameter yang diukur meliputi konstruk, dimensi dan kriteria bagi Rubrik ProM3. Selain panduan untuk murid sebagai unit analisis yang diukur, panduan untuk kegunaan pemeriksa turut disediakan. Dalam fasa ini, dua peringkat ujian dijalankan melibatkan pentadbiran instrumen dalam skala kecil.

Ujian pertama ialah ujian pra-rintis yang melibatkan 30 murid tingkatan satu. Responden dalam kajian pra-rintis ini diminta memberi maklum balas berkenaan instrumen termasuk item yang mengelirukan, item tidak relevan serta cadangan-cadangan lain bagi membolehkan penyelidik menambah baik instrumen yang digunakan. Penelitian langsung terhadap kajian pra rintis ini mampu memberi maklumat kepada penyelidik terhadap anggaran tempoh masa pentadbiran ujian berbanding bilangan item. Instrumen yang telah ditambah baik kemudiannya diuji sekali lagi dalam satu kajian rintis melibatkan 52 orang murid sebelum ditadbir dalam kajian sebenar dalam fasa seterusnya. Respons murid dalam kajian rintis ini diskor oleh dua orang pemeriksa dan dianalisis menggunakan model pengukuran Rasch. Data rintis dianalisis berdasarkan MFRM bagi mendapatkan gambaran awal berkaitan kesahan dan kebolehpercayaan instrumen.

Fasa terakhir merupakan fasa penilaian yang mana instrumen pengukuran yang dihasilkan ditadbir kepada kumpulan sampel sasaran bagi menentukan kualiti item dan kesannya terhadap pentaksiran skor. Murid dimaklumkan berkenaan tugas dan kriteria rubrik penskoran bagi memberi maklumat kepada murid tujuan dan sasaran pentaksiran dijalankan. Murid diberi peluang mendemonstrasikan kemahiran proses matematik dengan memberi respon terhadap tugas penyelesaian masalah dan penulisan reflektif yang dibangunkan. Respon murid ini seterusnya disemak dan diskor oleh 7 orang pemeriksa berpandukan rubrik penskoran. Data yang dikumpulkan dan dianalisis berdasarkan model pengukuran rasch pelbagai faset bagi menentukan kefungsi item, kesan bias pemeriksa, kefungsi skala pemeringkatan seterusnya menentukan tahap penguasaan proses matematik murid.

## Kesimpulan

Artikel ini bertujuan untuk menghasilkan satu kerangka prosedur pembangunan instrumen dengan mengenal pasti langkah-langkah bagi setiap fasa pembangunan rubrik dan tugas bagi mengukur kemahiran proses matematik murid. Berasaskan kajian literatur yang dijalankan, terdapat 11 langkah dikenal pasti bagi membangunkan instrumen pengukuran tahap kemahiran proses matematik murid berupa tugas pentaksiran berserta rubrik penskoran. Kemahiran proses matematik yang ingin diukur sebagai hasil kajian dinilai berdasarkan kebolehan murid mendemonstrasikan kemahiran mereka melalui tugas yang dibangunkan. Membina dan pembinaan semula kriteria bagi rubrik lengkap dengan deskriptor yang standard dan ditulis dengan baik dan jelas pula, merupakan sebahagian amalan reflektif profesional. Walaupun usaha untuk membina rubrik yang benar-benar jelas dan difahami serupa oleh semua pihak itu hampir mustahil kerana kepelbagaian tafsiran oleh murid, guru mahupun pemeriksa yang akan menggunakan sesuatu rubrik itu pasti berlaku, ia masih boleh cuba dicapai. Tambahan lagi analisis model rasch yang digunakan berhasil mengatasi kepelbagaian aras ketegasan pemeriksa. Latihan penggubalan dan penggunaan rubrik secara berulang-ulang dapat meningkatkan kefahaman guru, murid dan pemeriksa terhadap kriteria dan deskriptor yang digunakan, sehingga objektif pengukuran dicapai dengan lebih baik dan murid mampu menggunakan rubrik untuk penilaian sendiri.

## Rujukan

- Arter, J., & McTighe, J. (2001). *Scoring rubrics in the classroom: Using performance criteria for assessing and improving student performance* (1st. Ed). California: Corwin Press, Inc.
- Ayllon, M., Gomez, I., & Ballesta-Claver, J. (2016). Mathematical thinking and creativity through mathematical problem posing and solving. *Propositos y Representaciones*, 4(1), 169–218.
- Boone, W. J., & Staver, J. R. (2020). *Advances in Rasch analyses in the human sciences*.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE approach*. New York: Springer Science + Bussiness Media.
- Burke, K. (2006). *From standards to rubrics in 6 Steps: Tools to assessing student learning, K-8*. California: Corwin Press.
- Doerr, H. M., & English, L. D. (2003). A modeling perspective on students' mathematical reasoning about data. *Journal for research in Mathematics education*, 34(2), 110–136. <https://doi.org/10.2307/30034902>
- Edi Syahputra. (2013). Peningkatan kemampuan spasial siswa melalui penerapan pembelajaran matematika realistik. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 3(3), 353–364. <https://doi.org/10.21831/cp.v3i3.1624>
- Eftah Abdullah & Abd Aziz Abd Shukor. (2013). *Pentaksiran prestasi & pentaksiran rujukan standard dalam bilik darjah*. Tanjung Malim.
- Fazura Mohd Noor, Sharifah Norul Akmar Syed Zamri & Leong Kwan Eu (2016). Penaakulan perkadaran murid Tahun Lima dalam topik nisbah dan kadaran. *Jurnal Pendidikan Malaysia*, 41(2), 99–105.
- Ferri, R. B. (2015). *Mathematical thinking styles - an empirical study*. (January 2006).
- Imam Sujadi & Ulfa Masamah. (2017). *Mathematical reflective thinking processes of senior high school students*. *Pertanika Journals Social Sciences and Humanities*, 25, 115–126.

- Johnson, R. L., Penny, J. A., & Gordon, B. (2009). *Assessing performance: Designing, scoring, and validating performance tasks*. New York: Guilford Press.
- 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>
- Lantz, H. B. (2004). *Rubrics for assessing student achievement in Science grades K-12*. California: Corwin Press.
- Moskal, B. M. (2003). Recommendations for developing classroom performance assessments and scoring rubrics. *Practical assessment, research & evaluation*, 8(14), 1–5.
- Nitko, A. J., & Brookhart, S. M. (2011). *Educational assessment of students* (6th. ed). Arizona. United States: Pearson.
- Oers, B. Van. (2010). *Emergent mathematical thinking in the context of play*. (December 2009), 23–37. <https://doi.org/10.1007/s10649-009-9225-x>
- Onal, H., Inan, M., & Bozkurt, S. (2017). *A research on mathematical thinking skills: Mathematical thinking skills of athletes in individual and team sports*. 5(9), 133–139. <https://doi.org/10.11114/jets.v5i9.2428>
- Perlman, C. L. (2003). Performance assessment : Designing appropriate performance tasks and scoring rubrics. In *The CPS Performance Assessment Idea Book*. Chicago: Chicago Public Schools.
- Schoenfeld, A. H. (2013). Reflections on problem solving theory and practice. *The Mathematics Enthusiast*, 10(1).
- Stacey, K. (2014). *What is mathematical thinking, and why it is important ?* (June).
- Stergar, C. (2005). *Performance task, checklist and rubrics*. Illinois: Pearson Education.