

Teknik Fuzzy Delphi dalam Mereka Bentuk Modul Pedagogi Pembelajaran Aktif berasaskan Kemahiran 4k bagi Nombor Bulat dan Operasi Asas Matematik

Delphi Fuzzy Techniques in Designing Active Learning Pedagogy Modules based on 4Cs Skills for Whole Numbers and Basic Mathematical Operations

Norazlin Mohd Rusdin

Sekolah Kebangsaan Seri Mutiara, Ipoh, Perak, MALAYSIA

*Corresponding author: norazlinrusdin@gmail.com

Published: 19 September 2021

To cite this article (APA): Mohd Rusdin, N. (2021). Delphi Fuzzy Techniques in Designing Active Learning Pedagogy Modules based on 4k Skills for Whole Numbers and Basic Mathematical Operations. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 11(2), 67-80. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol11.2.6.2021>

To link to this article: <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol11.2.6.2021>

ABSTRAK

Kajian ini dilaksanakan bertujuan mereka bentuk Modul Pedagogi Pembelajaran Aktif Berasaskan Kemahiran 4K bagi Nombor Bulat dan Operasi Asas Matematik (Modul Pedagogi PA4K). Modul ini adalah untuk kegunaan guru matematik dan murid Tahun Tiga sekolah rendah. Teknik *Fuzzy Delphi* yang melibatkan 16 orang pakar dari bidang pedagogi dan matematik sekolah rendah telah digunakan untuk menentukan elemen-elemen modul. Kesesuaian item-item bagi Modul Pedagogi PA4K ditentukan berdasarkan nilai *threshold*, $d \leq 0.2$, kesepakatan pakar $\geq 75\%$. Hasilnya, item-item dari standard kandungan Nombor Bulat dan Operasi Asas, kemahiran 4K dan aktiviti pembelajaran aktif telah dapat diputuskan berdasarkan *ranking* daripada konsensus pakar melalui proses *defuzzification*. Kesimpulannya, item-item yang menduduki *ranking* teratas adalah paling sesuai dan akan diguna pakai dalam pembangunan Modul Pedagogi PA4K. Implikasi teoritis kajian ini ialah penghasilan satu kerangka pedagogi pembelajaran aktif berasaskan kemahiran 4K bagi nombor bulat dan operasi asas matematik yang terbina daripada pemetaan item-item pilihan pakar.

Kata kunci: modul pedagogi, Fuzzy Delphi, kemahiran 4K, pembelajaran aktif, matematik

ABSTRACT

This study was implemented with aim to design Pedagogical Module of Active Learning based on 4Cs Skills in Whole Number and Basic Operations in Mathematics. This module is for the use of mathematics teachers and Standard Three primary school pupils. The Fuzzy Delphi technique involving 16 experts from the field of pedagogy and primary mathematics was used to determine the elements of the module. As a result, items from Whole Number and Basic Operations content standards, 4Cs skills and active learning activities have been determined based on rankings from expert consensus through the defuzzification process. In conclusion, the items that occupy the top ranking are the most appropriate and will be used in the development of the PA4K Pedagogy Module. The theoretical implication of this study is the production of a pedagogical framework of active learning based on 4Cs skills for whole numbers and basic operations of mathematical which constructed from the mapping of expert-selected items.

Keywords: pedagogical module, Fuzzy Delphi, 4Cs skills, active learning, mathematics

PENGENALAN

Pada hari ini, murid bergerak melangkaui perkara-perkara asas pembelajaran dan dengan penuh bersemangat menerima empat kemahiran penting terdiri daripada pemikiran kritis, komunikasi, kolaborasi dan kreativiti (kemahiran 4K) yang merupakan *super skills* bagi pendidikan abad ke-21 (Norazlin & Siti Rahaimah, 2019). Saxena (2015) mengutarakan 4K sebagai *super skills* bagi abad ini kerana kepentingannya dalam membantu membangunkan kualiti murid untuk berjaya di pengajian peringkat tinggi, kerjaya dan kewarganegaraan.

Sementara itu, *Partnership for 21st Century Learning* (P21, 2016) menyatakan bahawa pemikiran kritis merupakan antara kunci dalam satu set kemahiran yang dapat membezakan murid yang bersedia untuk kehidupan yang kompleks dan persekitaran kerja dunia hari ini daripada mereka yang tidak bersedia. Selanjutnya, P21 (2016) dan Kivunja (2015.a) menegaskan kepentingan pemikiran kritis dari cirinya yang melibatkan keupayaan melihat masalah dalam cara baru serta menghubungkan pembelajaran merentasi subjek dan disiplin.

Terdapat banyak penyelidikan terdahulu yang menunjukkan bahawa interaksi dan transaksi dalam kemahiran komunikasi menjadi keperluan bagi kejayaan murid, bukan sahaja di dalam bilik darjah malah dalam kehidupan sebenar selepas tamat persekolahan (Kivunja, 2015.b; Muijis & Reynolds, 2011). Malah, Gerald (2015) menyatakan komunikasi sebagai satu *super skill* di dunia kerana melalui komunikasi, perkara-perkara berkaitan pemikiran, persoalan dan penyelesaian dapat dikongsi.

Dari satu aspek lain, hasil yang memberangsangkan daripada kolaborasi terhadap amalan pedagogi, pengurusan murid dan kolaborasi profesional telah ditemui oleh Stephanie Vanhover dan Brownell et al. (2006) di University of Florida dalam satu kajian bersama. Selain itu, ramai pakar dalam bidang ini termasuk Johnson dan Johnson (2009) dan Killen (2013) menyatakan kepentingan kolaborasi dalam meningkatkan kompetensi bukan sahaja dari perspektif pedagogi bahkan dalam segala perjalanan kehidupan selepas persekolahan.

Istilah kreativiti dan inovasi pula sering digunakan untuk merujuk pada pengeksploitasian secara sedar idea-idea baharu atau kegunaan baharu idea-idea untuk menambahkan nilai sosial dan ekonomik (Beghetto & Kaufman, 2014). Tambahan pula, dalam dunia persaingan global dan tugas bersifat automasi pada hari ini, kapasiti inovatif dan semangat kreativiti dengan pantas telah menjadi keperluan bagi kejayaan individu dan profesional (Partnership for 21st Century Skills, 2007).

Dengan itu, proses pengajaran dan pembelajaran dengan pendekatan dan kaedah yang berkembang serta berevolusi perlu dilakukan agar murid yang menguasai kemahiran abad ke-21 dapat dilahirkan (Zaharin et al., 2021). Atas kesedaran akan kepentingan penguasaan kemahiran 4K dalam kalangan murid, maka kajian ini dilaksanakan bagi membangunkan sebuah modul yang dijangka dapat memenuhi keperluan pendidikan ini.

PERNYATAAN MASALAH

Penguasaan kemahiran 3M iaitu membaca, menulis dan mengira semata-mata tidak memadai mahupun menepati tuntutan kerja berkemahiran tinggi dalam abad ke-21 (Norezan, Azzlina, Rosilawati & Siti Fairuz, 2019). Justeru itu, kemahiran 4K merupakan pelengkap kepada kemahiran 3M. Oleh yang demikian, murid perlu diberi peluang pembelajaran yang mengasah kemahiran 4K untuk mempersiapkan mereka menghadapi dunia sebenar (Norezan et al., 2019). Bagi merealisasikan hasrat ini, guru perlu mempersiapkan diri untuk melakukan transformasi dalam pengajaran dan pembelajaran (PdP) yang memenuhi tuntutan pembelajaran era teknologi digital masa kini (Raja Abdullah & Daud, 2018).

Namun begitu, guru-guru berada pada tahap kesediaan sederhana dalam pelaksanaan pembelajaran abad ini kerana mereka lebih mengutamakan isi kandungan mata pelajaran hingga kurang menyedari

adanya kemahiran 4K yang turut perlu diberikan perhatian (Norfaizah & Mahizer, 2019). Akibatnya, penerapan kemahiran 4K dalam konteks bilik darjah di Malaysia masih belum mencapai tahap yang memberangsangkan (Lim, Faizahani & Lawal, 2017). Hal ini juga disebabkan oleh masih ramai guru yang kurang berpengetahuan tentang bagaimana hendak melaksanakan PdP berteraskan penerapan kemahiran 4K (Huang & Iksan, 2019).

Malah, guru matematik juga mempunyai tahap kesedaran yang sederhana sahaja dari aspek kognitif berhubung pelaksanaan PdP berteraskan kemahiran 4K (Abdul Halim, 2017). Dengan itu, adaptasi dan aplikasi kemahiran 4K kurang berlaku dalam proses pembelajaran Matematik. Rentetan itu, murid didapati gagal mengaplikasikan kemahiran pemikiran kritis ketika menyelesaikan masalah dalam konteks kehidupan sebenar (Khalil & Osman, 2017).

Kesediaan guru mengaplikasikan aspek kreativiti dan pemikiran kritis berada pada tahap sederhana saja iaitu guru masih menunjukkan kurangnya amalan berhubung penerapan unsur kreatif dan inovatif dalam penghasilan bahan, penyediaan juga pemupukan pemikiran kritis (Raja Abdullah & Daud, 2018). Pendekatan pengajaran yang berpihak kepada pembelajaran secara tradisional iaitu lebih menekankan pada aktiviti dan proses menghafal atau sekadar mengaplikasikan prosedur mudah, tidak membantu dalam mengembangkan kemahiran murid berfikir secara kritis (Scott, 2015).

Namun begitu, kebanyakan guru masih mengamalkan pengajaran secara tradisional yang lebih berfokus pada guru itu sendiri menyebabkan murid kurang dibimbing menggunakan alat-alat kemahiran berfikir aras tinggi yang merupakan sebahagian daripada pemikiran kritis (Ahmad, Sho, Ab Wahid & Yusof, 2019). Sehubungan dengan itu, guru masih perlu meningkatkan pengetahuan mereka tentang pemikiran kritis dan kreativiti (Huang & Iksan, 2019).

Penyediaan rancangan pengajaran membolehkan guru menguruskan masa, usaha dan resos secara efisien (Nesari, 2014). Tambahan pula, para guru sentiasa berusaha mempertingkatkan ilmu pengetahuan dan kemahiran agar berupaya menghasilkan pengajaran berkesan dan mencapai keterampilan pedagogi agar relevan dengan keperluan pendidikan semasa (Naquiah & Jimaain, 2017; Amat Yasin et al., 2021). Sehubungan dengan itu, pembangunan Modul Pedagogi PA4K ini bertujuan memberikan sokongan kepada para guru matematik dalam menyediakan rancangan pengajaran menerusi banyak cara seperti menyarankan variasi aktiviti, kaedah dan pendekatan. Dengan ini, proses pembelajaran aktif yang menerapkan kemahiran 4K bagi tajuk-tajuk Nombor Bulat dan Operasi Asas dapat dilaksanakan pada landasan pendidikan abad ke-21. Tajuk Nombor Bulat dan Operasi Asas merupakan pengetahuan asas dalam matematik dan menjadi faktor penting kepada pencapaian mata pelajaran ini secara keseluruhannya (Jamian & Taha, 2020). Ini adalah rasional mengapa tajuk Nombor Bulat dan Operasi Asas dipilih untuk diketengahkan dalam Modul Pedagogi PA4K.

Penghasilan Modul Pedagogi PA4K ini juga dijangka dapat mengatasi isu berkaitan penyediaan aktiviti pembelajaran aktif pelbagai asas yang menjadi cabaran bagi kebanyakan guru matematik yang sering dilaporkan selesai dengan kaedah pengajaran biasa, konvensional dan tradisional (Rikhotso, 2015).

Justeru, kajian ini dijalankan bagi menentukan reka bentuk bagi Modul Pedagogi PA4K dari segi standard kandungan Operasi Asas dan Nombor Bulat, kemahiran 4K dan aktiviti pembelajaran aktif melalui konsensus pakar.

METODOLOGI

Pendekatan yang diaplikasikan dalam penyelidikan ini adalah Reka Bentuk dan Pembangunan (Richey & Klein, 2007). Sementara itu, kaedah mendapatkan persetujuan pakar melalui teknik *Fuzzy Delphi* digunakan dalam Fasa II kajian iaitu fasa reka bentuk. Teknik ini telah diperkenalkan oleh Murray, Pipino, dan Gigch (1985) dan diperkemas lagi oleh Kaufmann dan Gupta (1988). Teknik

Fuzzy Delphi dipilih kerana penyelidik mendapati bahawa teknik ini dianggap teknik terbaik untuk memperoleh persetujuan pakar dalam menentukan elemen-elemen yang perlu dimasukkan dalam membangunkan Kerangka Modul Pedagogi PA4K.

Justifikasi pemilihan teknik *Fuzzy Delphi* oleh penyelidik adalah pertama, kaedah *Fuzzy Delphi* merupakan kaedah sistematik yang menggabungkan keputusan individu-individu bagi memperoleh satu kesimpulan bersama (Helmer, 1977). Kedua, objektif utama teknik *Fuzzy Delphi* ialah mendapatkan maklum balas yang mempunyai kesahan yang tinggi terhadap masalah dan soal selidik yang diberi kepada sekumpulan pakar. Di samping itu, teknik *Fuzzy Delphi* mempunyai tiga sifat yang istimewa iaitu ketelusan, maklum balas terkawal dan analisis statistik kumpulan (Armstrong, 1999).

Langkah-langkah menganalisis data menggunakan teknik *Fuzzy Delphi* seperti dalam Jadual 1 berikut.

Jadual 1: Langkah-langkah Teknik *Fuzzy Delphi*

Langkah-langkah dalam teknik <i>Fuzzy Delphi</i>	Tujuan
Penentuan bilangan pakar	16 orang pakar telah dilantik berdasarkan bidang kepakaran masing-masing bagi menjamin kesahan dan kebolehpercayaan data.
Memilih skala linguistik	Memilih skala linguistik berskala tujuh
Mendapatkan nilai purata (a_1 , a_m , a_3)	Mendapatkan sisihan nilai purata bagi setiap pakar. Nilai purata merupakan jarak antara dua nombor <i>fuzzy</i> yang dikira berdasarkan sisihan nilai purata daripada setiap individu pakar yang terlibat.
Menentukan nilai d	Memperoleh gambaran darjah persetujuan pakar melalui nilai <i>threshold</i> (d). Ini merujuk pada darjah persetujuan pakar $d \leq 0.2$ yang melebihi 75% bagi setiap kategori item.
Proses <i>Fuzzy Evaluation</i>	Mendapatkan jumlah <i>triangular fuzzy number</i> untuk proses <i>defuzzification</i>
Proses <i>Defuzzification</i>	Menentukan <i>ranking</i> bagi setiap item dengan melihat nilai <i>Defuzzification</i> yang tertinggi.

Berdasarkan Jadual 1, terdapat enam langkah dalam teknik *Fuzzy Delphi* bermula dari penentuan bilangan pakar hingga ke hasil akhirnya iaitu *ranking* bagi setiap item yang membolehkan penyelidik memutuskan elemen-elemen bagi Modul Pedagogi PA4K.

DAPATAN KAJIAN

Penyelidik menggunakan nilai-nilai *Fuzzy Evaluation* dan *Defuzzification* yang diperolehi untuk menentukan *ranking* bagi setiap item dalam standard kandungan Nombor Bulat, standard kandungan Operasi Asas, kemahiran pemikiran kritis, kemahiran komunikasi, kemahiran kolaborasi, kemahiran kreativiti dan aktiviti pembelajaran aktif mengikut konsensus panel pakar. Item yang mendapat nilai *defuzzification* tertinggi akan menduduki *ranking* teratas dan akan diambil kira dalam reka bentuk Modul Pedagogi PA4K bagi tajuk Nombor Bulat dan Operasi Asas Matematik Tahun Tiga sekolah rendah. Jadual 2 menunjukkan jangkaan standard kandungan Nombor Bulat bagi Modul Pedagogi PA4K.

Jadual 2: Jangkaan Standard Kandungan Nombor Bulat bagi Modul Pedagogi PA4K

Item	Standard Kandungan Nombor Bulat	Fuzzy Evaluation	Skor Fuzzy (A)	Skor
1.8	Penyelesaian Masalah	(0.763, 0.913, 0.975)	0.883	1
1.1	Nilai Nombor	(0.713, 0.881, 0.975)	0.856	2
1.5	Menganggar	(0.713, 0.881, 0.975)	0.856	2
1.7	Pola Nombor	(0.713, 0.875, 0.963)	0.850	4

Merujuk pada Jadual 2, standard kandungan Nombor Bulat yang sesuai untuk Modul Pedagogi PA4K berdasarkan persepakatan panel pakar mengikut *ranking* ialah Penyelesaian Masalah, Nilai Nombor, Menganggar dan Pola Nombor.

Jadual 3 menunjukkan jangkaan standard kandungan Operasi Asas bagi Modul Pedagogi PA4K.

Jadual 3: Jangkaan Standard Kandungan Operasi Asas bagi Modul Pedagogi PA4K

Item	Standard Kandungan Operasi Asas	Fuzzy evaluation	Skor Fuzzy (A)	Skor
2.5	Operasi Bergabung Tambah dan Tolak	(0.763, 0.919, 0.988)	0.890	1
2.3	Darab dalam Lingkungan 10 000	(0.750, 0.913, 0.988)	0.883	2
2.4	Bahagi dalam Lingkungan 10 000	(0.750, 0.913, 0.988)	0.883	2
2.7	Penyelesaian Masalah	(0.763, 0.913, 0.975)	0.883	2

Berdasarkan Jadual 3, terdapat empat standard kandungan Operasi Asas yang mendapat konsensus tertinggi daripada panel pakar iaitu Operasi Bergabung Tambah dan Tolak, Darab dalam Lingkungan 10 000, Bahagi dalam Lingkungan 10 000 dan Penyelesaian Masalah. Boleh dikatakan di sini bahawa standard kandungan yang dipilih oleh panel pakar merangkumi keempat-empat operasi asas yang terkandung dalam silibus matematik iaitu tambah, tolak, darab dan bahagi serta dapat diperkukuhkan lagi dengan kemahiran menyelesaikan masalah menggunakan operasi-operasi ini.

Jadual 4 memaparkan jangkaan kemahiran pemikiran kritis bagi Modul Pedagogi PA4K.

Jadual 4: Jangkaan Kemahiran Pemikiran Kritis bagi Modul Pedagogi PA4K

Item	Pemikiran Kritis	Fuzzy evaluation	Skor Fuzzy (A)	Skor
K1.1	Menyelesaikan Masalah			
	1.1.1 Selesaikan pelbagai masalah yang berbeza	(0.725, 0.888, 0.975)	0.863	5
	1.1.3 Selesaikan masalah dengan cara berbeza	(0.763, 0.919, 0.988)	0.890	1
	1.1.4 Selesaikan masalah secara sistematik	(0.725, 0.881, 0.969)	0.858	9
	Mencari maklumat			
K1.5	1.5.1 Melakukan aktiviti <i>hands-on</i> untuk mendapatkan maklumat	(0.750, 0.913, 0.988)	0.883	2
	1.5.4 Mengajukan soalan-soalan penting untuk mendapatkan maklumat	(0.725, 0.888, 0.969)	0.860	7
K1.7	Berfikiran terbuka			
	1.7.1 Sedia menerima pandangan	(0.713, 0.875, 0.969)	0.852	11

		orang lain			
	1.7.3	Menaakul sesuatu isu secara rasional	(0.738, 0.894, 0.975)	0.869	3
K1.8	Menilai				
	1.8.1	Interpretasi maklumat dan membuat rumusan	(0.713, 0.881, 0.975)	0.856	10
	1.8.2	Memproses dan menginterpretasi maklumat secara kritikal	(0.725, 0.888, 0.969)	0.860	7
K1.9	Menunjukkan sensitiviti				
	1.9.3	Tidak mengambil mudah sesuatu perkara	(0.738, 0.888, 0.963)	0.863	5
	Fokus				
K1.10	1.10.1	Memiliki tahap tumpuan yang tinggi	(0.738, 0.894, 0.969)	0.867	4

Jadual 4 menunjukkan beberapa kemahiran pemikiran kritis iaitu menyelesaikan masalah, mencari maklumat, berfikir terbuka, menilai, menunjukkan sensitiviti dan fokus telah mendapat konsensus tertinggi daripada pakar.

Seterusnya, Jadual 5 menunjukkan jangkaan kemahiran kolaborasi bagi Modul Pedagogi PA4K.

Jadual 5: Jangkaan Kemahiran Kolaborasi bagi Modul Pedagogi PA4K

Item	Kemahiran Kolaborasi	Fuzzy Evaluation	Skor Fuzzy(A)	Skor
		Kerja berpasukan		
K3.1	3.1.4	Sedia belajar daripada orang lain	(0.775, 0.931, 0.994)	9
	3.1.5	Bekerja dalam kumpulan pelbagai kebolehan	(0.788, 0.938, 0.994)	6
		Menjana ilmu secara bersama		
K3.3	3.3.1	Menjana lebih banyak ilmu pengetahuan	(0.775, 0.938, 1.000)	8
	3.3.2	Meningkatkan kecekapan dalam pembelajaran	(0.763, 0.925, 0.994)	11
	3.3.3	Membina kepintaran yang kolektif	(0.800, 0.950, 1.000)	2
		Memiliki nilai-nilai kolaboratif		
K3.4	3.4.1	Menghormati	(0.800, 0.950, 1.000)	4
	3.4.2	Bersifat fleksibel	(0.800, 0.950, 1.000)	2
	3.4.3	Bertolak ansur	(0.788, 0.938, 0.994)	6
	3.4.4	Menunjukkan empati	(0.775, 0.931, 0.994)	9
	3.4.5	Mengambil inisiatif	(0.788, 0.944, 1.000)	5
	3.4.6	Bekerjasama	(0.813, 0.950, 0.994)	1

Jadual 5 memaparkan item-item kemahiran kolaborasi yang telah mendapat konsensus tertinggi daripada pakar iaitu kerja berpasukan, menjana ilmu secara bersama dan memiliki nilai-nilai kolaboratif.

Jadual 6 berikut pula menunjukkan jangkaan kemahiran kreativiti bagi Modul Pedagogi PA4K.

Jadual 6: Jangkaan Kemahiran Kreativiti bagi Modul Pedagogi PA4K

Item	Kreativiti	Fuzzy evaluation	Skor Fuzzy (A)	Skor
K4.1	Memiliki minda berbeza			
4.1.1	Menjana idea baru	(0.738, 0.900, 0.981)	0.873	2
4.1.2	Mempunyai pendapat yang berbeza	(0.725, 0.900, 0.988)	0.871	5
4.1.3	Mencipta idea baru yang bernilai	(0.738, 0.900, 0.981)	0.873	2
K4.2	Berkemahiran kreatif			
4.2.1	Bersifat mencipta	(0.738, 0.900, 0.975)	0.871	5
4.2.2	Bersifat empati	(0.738, 0.906, 0.981)	0.875	1
4.2.3	Mengenal pola	(0.725, 0.894, 0.975)	0.865	9
4.2.6	Kemahiran intelek yang praktikal	(0.750, 0.900, 0.969)	0.873	2
4.2.8	Mempunyai hala tuju yang jelas	(0.738, 0.894, 0.963)	0.865	9
4.2.9	Menjana idea yang asli	(0.738, 0.894, 0.969)	0.867	7
K4.3	Bersifat terbuka			
4.3.3	Tidak bimbang dengan kritikan	(0.738, 0.894, 0.969)	0.867	7
K4.5	Menyelesaikan masalah			
4.5.1	Mencuba penyelesaian yang berbeza daripada yang sedia ada	(0.725, 0.888, 0.975)	0.863	11

Jadual 6 menunjukkan item-item kemahiran kreativiti yang telah mendapat konsensus tertinggi daripada pakar iaitu K4.1 Memiliki minda berbeza, K4.2 Berkemahiran kreatif, K4.3 Bersifat terbuka dan K4.5 Menyelesaikan masalah.

Jadual 7: Jangkaan Aktiviti Pembelajaran Aktif bagi Modul Pedagogi PA4K

Item	Aktiviti Pembelajaran Aktif	Fuzzy evaluation	Defuzzification	Skor
C1.3	Aktiviti permainan: Kuiz, permainan <i>board game</i> dan permainan kad	(0.788, 0.938, 0.994)	0.906	1
C1.8	Aktiviti perbincangan dalam kumpulan kecil	(0.788, 0.938, 0.994)	0.906	1
C1.5	Aktiviti berasaskan TMK: Kuiz atas talian, sumbang saran dan pencarian maklumat	(0.788, 0.931, 0.988)	0.902	3
C1.7	Aktiviti simulasi	(0.763, 0.913, 0.981)	0.885	4
C1.10	Aktiviti penyoalan	(0.763, 0.913, 0.981)	0.885	4
C1.9	Aktiviti sumbang saran	(0.750, 0.913, 0.988)	0.883	6
C1.1	Aktiviti pembelajaran berasaskan masalah	(0.725, 0.881, 0.963)	0.856	7
C1.2	Aktiviti pembelajaran berasaskan projek: Projek <i>hands-on</i> atau projek menggunakan TMK	(0.713, 0.869, 0.963)	0.848	8
C1.4	Aktiviti nyanyian dan ritma	(0.700, 0.863, 0.963)	0.842	9
C1.6	Aktiviti berasaskan peta pemikiran (<i>i-</i>	(0.688, 0.850, 0.944)	0.827	10



Think)

Merujuk pada Jadual 7, kesepuluh-sepuluh aktiviti pembelajaran aktif yang diaplikasikan dalam Modul Pedagogi PA4K mengikut *ranking*.

Seterusnya, Jadual 8 menunjukkan standard kandungan, kemahiran 4K dan aktiviti pembelajaran aktif bagi Modul Pedagogi PA4K mengikut konsensus pakar.



Jadual 8: Kerangka Pedagogi Pembelajaran Aktif Berasaskan Kemahiran 4K bagi Nombor Bulat dan Operasi Asas Matematik yang Terbina daripada Pemetaan Item-item Pilihan Pakar.

Standard Kandungan	Pemikiran Kritis	Komunikasi	Kolaborasi	Kreativiti	Aktiviti Pembelajaran Aktif
Standard Kandungan Nombor Bulat	Menyelesaikan Masalah	Menzahirkan idea/pemikiran/ pandangan	Kerja berpasukan	Memiliki minda berbeza	□ Aktiviti permainan – Kuiz, permainan <i>board game</i> , permainan kad
1.1 Nilai Nombor	1.1.1 Selesaikan pelbagai masalah yang berbeza	2.1.1 Menzahirkan idea/ pemikiran/ pandangan dengan tepat dan betul	3.1.4 Sedia belajar daripada orang lain	4.1.1 Menjana idea baru	□ Aktiviti perbincangan dalam kumpulan kecil
1.5 Menganggar	1.1.3 Selesaikan masalah dengan cara berbeza	Menggunakan pelbagai bentuk komunikasi	3.1.5 Bekerja dalam kumpulan pelbagai kebolehan	4.1.2 Mempunyai pendapat yang berbeza	□ Aktiviti berasaskan TMK: Kuiz atas talian, sumbang saran dan pencarian maklumat
1.7 Pola Nombor	1.1.4 Selesaikan masalah secara sistematik	2.3.1 Pembacaan yang lancar	Menjana ilmu secara bersama	4.1.3 Mencipta idea baru yang bernilai	□ Aktiviti simulasi
1.8 Penyelesaian Masalah	Mencari maklumat	2.3.2 Penulisan yang jelas	3.3.1 Menjana lebih banyak ilmu pengetahuan	Berkemahiran kreatif	□ Aktiviti penyooalan
Standard Kandungan Operasi Asas	1.5.1 Melakukan aktiviti <i>hands-on</i> untuk mendapatkan maklumat	Menyampaikan mesej	3.3.2 Meningkatkan kecekapan dalam pembelajaran	4.2.1 Bersifat mencipta	□ Aktiviti pembelajaran berasaskan masalah
2.3 Darab dalam Lingkungan 10 000	1.5.4 Mengajukan soalan penting untuk mendapatkan maklumat	2.4.1 Menyampaikan mesej dengan berkesan kepada kumpulan sasaran	3.3.3 Membina kepintaran yang kolektif	4.2.2 Bersifat empati	□ Aktiviti sumbang saran
2.4 Bahagi dalam Lingkungan 10 000	Berfikiran terbuka	Mendengar	Memiliki nilai-nilai kolaboratif	4.2.3 Mengenal pola inteleg yang praktikal	□ Aktiviti pembelajaran berasaskan projek – Projek <i>hands-on</i> atau projek menggunakan TMK
2.5 Operasi Bergabung Tambah dan Tolak	1.7.1 Sedia menerima pandangan orang lain	2.5.1 Mendengar untuk memahami maksud yang terdiri daripada pengetahuan, nilai, sikap dan niat	3.4.1 Menghormati	4.2.6 Kemahiran inteleg yang praktikal	□ Aktiviti nyanyian dan ritma
2.7 Penyelesaian Masalah	1.7.3 Menaakul sesuatu isu secara rasional	2.5.3 Memberi maklum balas kepada orang lain	3.4.2 Bersifat fleksibel	4.2.8 Mempunyai hala tuju yang jelas	□ Aktiviti berasaskan peta pemikiran (<i>i-Think</i>)
	Menilai	Memberi arahan	3.4.3 Bertolak ansur	4.2.9 Menjana idea yang asli	
	1.8.1 Interpretasi maklumat dan membuat rumusan	2.7.1 Memberikan arahan yang logik	3.4.4 Menunjukkan empati	Bersifat terbuka	
	1.8.2 Memproses dan menginterpretasi maklumat secara kritikal	2.7.2 Memberikan arahan dengan jelas	3.4.5 Mengambil inisiatif	4.3.3 Tidak bimbang dengan kritikan	
	Menunjukkan sensitiviti	Melibatkan diri	3.4.6 Bekerjasama	Menyelesaikan masalah	
	1.9.3 Tidak	2.8.1 Melibatkan diri secara efektif dalam aktiviti pembelajaran		4.5.1 Mencuba penyelesaian yang berbeza daripada yang sedia ada	

Delphi Fuzzy Techniques in Designing Active Learning Pedagogy Modules based on 4k Skills for Whole Numbers and Basic Mathematical Operations

mengambil mudah
sesuatu perkara

Fokus

1.10.1 Memiliki tahap
tumpuan yang tinggi

2.8.2 Melibatkan diri
dengan hubungan yang
bermakna dengan rakan dan
guru

2.8.3 Melibatkan diri
secara aktif dalam
perbincangan

2.8.4 Berinteraksi dengan
yakini

PERBINCANGAN

Bagi standard kandungan Nombor Bulat, para pakar meletakkan konsensus yang tinggi pada tajuk menganggar dan pola nombor. Ini adalah bertepatan dengan pernyataan penyelidik terdahulu iaitu Baroody (2017) yang menegaskan terdapat hubungan antara kemahiran menganggar dan penguasaan pola nombor oleh murid. Dalam usaha meningkatkan kecekapan murid menguasai kemahiran menganggar, murid perlu terlebih dahulu mahir dalam menguasai pola nombor. Menurut Berryessa Union School District (BUSD, 2016), dari perspektif kemahiran 4K pula, membuat jujukan dan membina pola merupakan sebahagian daripada kemahiran menaakul yang mendasari pemikiran kritis.

Bagi standard kandungan Operasi Asas pula, pakar-pakar memilih Operasi Bergabung Tambah dan Tolak sebagai keutamaan. Ini bersesuaian dengan realiti bahawa operasi tambah dan tolak merupakan operasi paling asas dalam pembelajaran matematik dan diajar seawal murid berada di Tahun Satu sekolah rendah. Ini adalah kerana walaupun operasi-operasi asas ini kelihatan mudah namun hakikatnya majoriti murid belum menunjukkan keupayaan menguasainya dengan baik dan bermakna (Ping & Hua, 2015).

Seterusnya, bagi kedua-dua standard kandungan Nombor Bulat dan Operasi Asas, para pakar bersetuju pada tahap yang tinggi bahawa penerapan kemahiran penyelesaian masalah adalah penting. Bahkan dalam penerapan pemikiran kritis juga, penyelesaian masalah dengan cara berbeza telah mendapat *ranking* tertinggi berdasarkan pilihan pakar-pakar. Dapatan ini selari dengan pernyataan Ersoy (2016) berhubung perlunya penggunaan strategi penyelesaian masalah yang berbeza dan penjana pelbagai penyelesaian oleh murid. Ini adalah kerana kemahiran dalam mencari pelbagai penyelesaian menandakan penguasaan penyelesaian masalah yang bagus dalam kalangan murid (Samsul, Tatang & Aan, 2018; Juwita, 2017).

Selain itu, pakar-pakar meletakkan tahap persetujuan tertinggi terhadap beberapa item dalam komunikasi iaitu menyampaikan mesej dengan berkesan kepada kumpulan sasaran serta melibatkan diri dalam aktiviti pembelajaran dan perbincangan. Dapatan ini bertepatan dengan peranan murid sebagai ko-pembina pengetahuan menerusi komunikasi idea-idea yang mereka jana bersama-sama orang lain (Sinay & Nahornick, 2016; Wagganer, 2015). Malah, Suurtamm et al. (2015) menegaskan perlunya murid-murid diberi galakan untuk menerangkan idea-idea mereka, menyatakan justifikasi tentang pemikiran mereka malah saling bersoal-jawab antara satu sama lain di dalam kelas matematik.

Dari sudut kolaborasi, tiga kemahiran yang mendapat tahap konsensus tertinggi daripada pakar ialah bekerjasama, bersifat fleksibel dan membina kepintaran yang kolektif. Ketiga-tiga kemahiran ini mempunyai hubungan antara satu sama lain kerana individu-individu yang bersifat fleksibel mampu bekerjasama dalam usaha membina kepintaran kolektif. Malah, National Education Association (NEA, 2010) menegaskan bahawa kolaboratif antara individu-individu merentas dunia mampu menghasilkan produk yang bernilai lagi inklusif. Selari dengan itu, pembelajaran berbentuk kolaboratif memberikan murid pengalaman bekerja dalam kumpulan dan menghasilkan produk kreatif (Raja Abdullah & Daud, 2018). Sifat fleksibel memudahkan murid menerima rakan yang berbeza budaya dan mudah bertolak ansur dalam mencapai matlamat yang dikongsi bersama (BUSD, 2016).

Merujuk pada penerapan kreativiti, bersifat empati dan kemahiran intelek yang praktikal merupakan antara kemahiran yang menjadi pilihan utama pakar. Menitikberatkan keupayaan murid menguasai kemahiran intelek berhubung mata pelajaran secara praktikal adalah sejajar dengan dapatan kajian Gallo dan Johnson (2008). Gallo dan Johnson (2008) melaporkan bahawa keupayaan murid mengaplikasikan kemahiran asas matematik yang bersifat praktikal dapat melonjakkan prestasi murid dalam konteks gunaan.

Menurut pilihan pakar, kreativiti juga perlu memberi penekanan pada penjana dan penciptaan idea baru. Pilihan ini bersesuaian dengan pandangan Carter (2014) bahawa penerapan kemahiran 4K dalam

pembelajaran matematik antara lainnya perlu menyokong usaha-usaha produktif dalam kalangan murid. Tambahan pula, penjanaan atau penciptaan idea baru merupakan tahap aras tinggi dalam Taksonomi Bloom (1956). Sementara itu, Sinay dan Nahornick (2016) menegaskan perlunya bilik darjah berfungsi sebagai tempat penyiasatan idea-idea luar biasa dan maklum balas yang tercetus daripada murid.

Akademik dan empati tidak sepatutnya dilihat sebagai dua pilihan yang berasingan malah memupuk empati di dalam bilik darjah boleh meningkatkan pencapaian akademik (Wilson, 2016). Kajian-kajian terdahulu menunjukkan korelasi yang kuat antara latihan dan kemahiran dalam pemahaman empati dengan pencapaian akademik murid. Bonner dan Aspy (1984) telah mengenal pasti korelasi yang signifikan antara skor pemahaman empati dengan purata nilai gred murid. Kajian Kohn (1991) pula mengetengahkan hasil penilaian program yang menunjukkan bahawa sekolah-sekolah di mana murid dilibatkan dalam program meningkatkan empati mencatatkan skor lebih tinggi berbanding sekolah-sekolah yang menekankan program pemahaman bacaan aras tinggi. Bahkan latihan empati mampu meningkatkan kemahiran pemikiran kritis dan kreatif (Gallo, 1989).

Aktiviti berasaskan permainan merupakan salah satu aktiviti pembelajaran aktif yang menjadi tumpuan para pakar dalam kajian ini dengan *ranking* teratas. Pembelajaran menerusi permainan mampu mengurangkan kebosanan terhadap pembelajaran (Cholmsky, 2014) dan merangsang minat murid (Wallit, 2016). Selain itu, aktiviti permainan dapat menyediakan suatu alternatif dalam memenuhi perbezaan yang wujud dalam kalangan murid dari segi teknik mempelajari matematik (Edwards, 2015). Permainan *board* dalam pembelajaran matematik dapat memastikan murid-murid melibatkan diri secara fizikal dalam proses pembelajaran (Campbell, 2014), mengukuhkan penguasaan konsep dan fakta asas (Chin & Zakaria, 2015; Norazlin, 2018).

KESIMPULAN

Teknik *Fuzzy Delphi* yang diaplikasikan dalam kajian ini berupaya membantu penyelidik menentukan elemen-elemen daripada standard kandungan, standard pembelajaran, kemahiran 4K dan aktiviti pembelajaran aktif bagi Modul Pedagogi PA4K. Justeru itu, elemen-elemen yang mendapat konsensus pakar dan berada pada *ranking* tertinggi paling sesuai untuk diterapkan dalam modul ini. Implikasi teoritis kajian ini ialah penghasilan satu kerangka pedagogi pembelajaran aktif berasaskan kemahiran 4k bagi nombor bulat dan operasi asas matematik yang terbina daripada pemetaan item-item pilihan pakar.

RUJUKAN

- Abdul Halim Abdullah. (2017). Kesediaan Guru Matematik Sekolah Menengah Dalam Melaksanakan Proses Pembelajaran dan Pengajaran Abad ke-21. *Isu-isu Pendidikan Kontemporari*, 2017, 567-584.
- Ahmad, N. L., Sho, S. L., Ab Wahid, H., & Yusof, R. (2019). Kepentingan amalan pengajaran dan pembelajaran abad 21 terhadap pembangunan pelajar. *International Journal of Education, Psychology and Counseling*, 4(28), 37-51.
- Amat Yasin, A., Masri, R., Adnan, M., & Mohamed, F. (2021). Pembangunan Model Pedagogi STEM Matematik berasaskan nilai dan akhlak di sekolah rendah: Satu analisis keperluan. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 11, 40-49. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol11.sp.4.2021>
- Armstrong, J. S. (1999). Introduction to paper and commentaries on the Delphi technique. *International Journal of Forecasting*, 15, 351-352. Dicapai dari https://www.researchgate.net/publication/253235614_Introduction_to_Paper_and_Commentaries_on_the_Delphi_Technique/download.
- Baroody, A. J. (2017). *The use of concrete experiences in early childhood mathematics instruction*. In J. Sarama, D. H. Clements, C. Germeroth, & C. Day-Hess (Eds.), *Advances in child development and behavior: Vol. 53*.

- The development of early childhood mathematics education* (p. 43–94). Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.acdb.2017.03.001>
- Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2014). Classroom contexts for creativity. *High Abilities Studies*, 25, 53-69.
- Berryessa Union School District. (2016). 21st century learning and the 4Cs. BUSD Education Services.
- Bloom, B. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. London: Longman.
- Bonner, T. Darlene; Aspy, David N. (1984). A study of the relationship between student empathy and GPA. *Journal of Humanistic Education and Development*, 22(4), 149-154.
- Brownell, M. T., Adams, A., Sindelar, P., Wahdron, N., & Vanhover, S. (2006). Learning from collaboration: The role of teacher qualities. *Council for Exceptional Children*, 72(2), 169-185.
- Campbell, K. (2014). Get your students moving. *AMLE Magazine*, 1(7), 12-14.
- Carter, J. (2014). The 4Cs of mathematics instruction: Collaborate, create, communicate, critique. Westlake High School, Austin, TX.
- Chin, L. C., & Zakaria, E. (2015). Understanding of number concepts and number operations through games in early mathematics education. *Creative Education*, 2015(6), 1306-1315. Dicapai dari <http://doi.org/10.4236/ce.2015.612130>.
- Cholmsky, P. (2014). *From acquisition to automaticity: The reflex solution for mathematics fact mastery*. Explore Learning.
- Edwards, S. (2015). Active learning in the middle grades. *Middle School Journal*, May 2015, 26-32.
- Ersoy, E. (2016). Problem solving and its teaching in mathematics. *The Online Journal of New Horizons in Education*, 6(2), 79-87.
- Gallo, D. (1989) Educating for empathy, reason and imagination, *The Journal of Creative Behaviour*, 23(2), 98 – 115.
- Gallo A. A., & Johnson C.K. (2008). Math skills and everyday problem-solving. *Journal of Economic and Finance Education*, 7(1), 7-20.
- Gerald, R. (2015). The World Beyond the Classroom: 21st Century Education, Technology and 4Cs.
- Helmer, O., (1977). Problems in futures research: Delphi and causal cross-impact analysis. *Futures*, February 1977, 17-31.
- Huang, J. X., & Iksan, Z. (2019). Kefahaman guru sekolah rendah Daerah Pekan terhadap pembelajaran abad ke-21 (PAK21). *International Journal of Modern Education*, 1(2), 1-12.
- Jamian, R., & Taha, H. (2020). Analisis keperluan kebolegunaan aplikasi mudah alih terhadap sikap, minat dan pengetahuan asas matematik tahun 4. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 10(1), 9-15. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol10.1.2.2020>
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). Making cooperative learning work. *Theory in Practice*, 38(2), 67-73. Dicapai dari <http://www.jstor.org/stable/1477225>.
- Juwita, H. (2017). Peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematika dan self efficacy siswa MTS melalui model pembelajaran Pogil. Tesis. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Kaufmann, A. and Gupta, M.M. (1988) Fuzzy mathematical models in engineering and management science. Elsevier Science Publishers, North-Holland, Amsterdam, N.Y.
- Khalil, N. M. & Osman, K. (2017). STEM-21Cs module: Fostering 21st century skills through integrated STEM, *K-12 STEM Education*, 3(3), 225-233.
- Killen, R. (2013). *Effective teaching strategies: Lessons from research and practice*. 6th Edition. Cengage Learning, Australia. ISBN: 97801703563290170356329.
- Kivunja, C. (2015.a). Using De Bono's six thinking hats model to teach critical thinking and problem solving skills essential for success in the 21st century economy. *Creative Education*, 2015(6), 380-391.
- Kivunja, C. (2015.b). Teaching students to learn and to work well with 21st century skills: Unpacking the career and life domain of the new learning paradigm. *International Journal of Higher Education*, 4(1), 1-11.
- Kohn, A. (1991). "Caring Kids: The Role of the Schools." *Phi Delta Kappan* 72/7: 496-506.
- Lim Chong Ewe, Faizahani Ab Rahman & Lawal Abdul Faragai. (2017). Teachers' awareness towards 21st century teaching and its implementation (Administrators' Perspective). *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 125, 156-158.
- Muijis, D., & Reynolds, D. (2011). *Effective teaching: Evidence and practice* (3rd ed.) Los Angeles, CA: Sage.
- Murray, T. J., Pipino, L. L., & Gigch, J. P. (1985). A pilot study of fuzzy set modification of Delphi. *Human Systems Management*, 6–80.
- Naquiah Nahar & Jimaain Safar. (2017). Penguasaan pengetahuan kandungan (content knowledge): Pemangkin keterampilan pedagogi Jawi berkesan abad ke-21. *Jurnal Teknikal dan Sains Sosial*, 8(1), 45-59.

- National Education Association. (2010). *An educator's guide to the "four Cs": Preparing 21st century students for a global society*. Dicapai dari <http://www.nea.org/assets/docs/A-Guide-to-Four-Cs.pdf>.
- Nesari, A. J. (2014). The important role of lesson plan on educational achievement of Iranian EFL teachers' attitudes. *International Journal of Foreign Language Teaching and Research*, 3(5).
- Norazlin Mohd Rusdin. (2018). Dadu BiMate: An innovation of board game to help pupils master the basic concept of mathematics and increasing their fluency in basic facts. *I-PEX 2018 Proceeding*, 48-51. CEE Books Series. Universiti Teknologi Malaysia, Johor Bahru.
- Norazlin Mohd Rusdin & Siti Rahaimah Ali. (2019). Practice of Fostering 4Cs Skills in Teaching and Learning. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 9(6), 1021–1035.
- Norezan Ibrahim, Azzlina Adzra'ai, Rosilawati Sueb & Siti Fairuz Dalim Trainee. (2019) Teachers' readiness towards 21st century teaching practices. *Asian Journal of University Education*, 109-120.
- Norfaizah Md Kamary & Mahizer Bin Hamzah. (2019). Kesiediaan guru matematik Daerah Kuala Langat dalam melaksanakan pembelajaran abad ke 21. *Prosiding Seminar Antarabangsa Isu-Isu Pendidikan*, 110-130.
- Partnership for 21st Century Skills. (2007). The intellectual and policy foundations of the 21st century skills framework. Dicapai dari http://www.p21.org/storage/documents/docs/Intellectual_and_Policy_Foundations.pdf
- Partnership for 21st Century Learning. (2016). What we know about critical thinking. Parts of the 4Cs research series. http://www.p21.org/storage/documents/docs/Research/P21_4Cs_Research_Brief_Series_Critical_Thinking.pdf.
- Ping, O. W., & Hua, A. K. (2015). Mathematical operations from teacher to student: A case study of applied Division Wheel in primary school. *International Journal of Scientific Engineering and Research*, 3 (9), 82-86.
- Raja Abdullah Raja Ismail & Daud Ismail. (2018). Aplikasi 'konsep 4C' pembelajaran abad ke-21 dalam kalangan guru pelatih Pengajian Agama Institut Pendidikan Guru Kampus Dato' Razali Ismail. *Asian People Journal*, 1(1), 45-65. Dicapai dari www.uniszajournals.com/apj www.apjunisza.my
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). *Design and development research: Methods, strategies, and issues*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Rikhotso, S. B. (2015) Primary school learners' attitudes on mathematics learning in mathematics. Master of Education Dissertation, University of South Africa,
- Samsul Hadi, Tatang Herman & Aan Hasanah. (2018). Students' difficulties in solving mathematical problems. *International Journal of Educational Science and Research*, 8(1), 55-64. Dicapai dari <https://cyberleninka.org/article/n/145046.pdf>.
- Saxena, S. (2015). How do You teach the 4Cs for students (Part 1): Creativity and innovation? Nioda Delhi NCR: Amity University. Dicapai dari <http://edtechreview.in/trends/insight/914-how-do-you-teach-the-4Cs-to-students-part-1-creativity-and-innovation>.
- Scott, C. L. (2015). The future of learning 3: What kind of pedagogies for the 21st century? *Education Research and Foresight Working Paper*, 15 Decemcer 2015. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Sinay, E., & Nahornick, A. (2016). Teaching and learning mathematics research series 1: Affective instructional strategies (Research Report No. 16/17-08). Toronto, Ontario Canada: Toronto District School Board.
- Suurtamm, C., Thompson, D.R., Kim, R.Y., Moreno, L.D., Sayac, N., Schukajlow, S., Silver, E., Ufer, S., Vos, P. (2016) *Assessment in mathematics education*. ICME-13 Topical Surveys. Springer, Cham.
- Wallit, L. V. (2016). Enhancing the performance of grade VI-C pupils of Buyagan elementary school through the use of Arts in Maths (AIM). National Convention on Statistics, 3-4 October Mandaluyong City.
- Waggoner, E. L. (2015). Creating math talk communities. *Teaching Children Mathematics*, 22(4), 248-254.
- Wilson, R. (2016). Empathy for the 'A'. *Spring* 2016, 53.
- Zaharin, F. Z., Abd Karim, N. S., Adenan, N. H., Md Junus, N. W., Tarmizi, R. A., Abd Hamid, N. Z., & Abd Latib, L. (2021). Gamification in Mathematics: Students' Perceptions in Learning Perimeter and Area. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 11, 72-80. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol11.sp.7.2021>