

# Mathematics Teachers' Conceptual Knowledge of Algebra: A Literature Review

## Pengetahuan Konseptual Algebra Guru Matematik: Satu Kajian Literatur

Nor Adibah Abdullah\*

*Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor, Malaysia*

\*Corresponding author: noradibah1988@ukm.edu.my

**Article history:** Received 15 December 2017 Received in revised form: 03 March 2019 Accepted: 30 June 2019 Published online: 31 December 2019

### Abstract

Conceptual knowledge is one of the mathematical knowledge areas which should be mastered by mathematics teachers besides factual, procedural, and metacognitive knowledge. Teachers are prone to cast conceptual knowledge aside and prioritise procedural knowledge without understanding the concepts which influence the options of mathematical strategies and models in the context of problem solving. A literature review was conducted to discuss past research findings in identifying secondary school teachers' conceptual knowledge in the algebra topic. 68 past research articles were referred to and chosen based on the research purpose which was to investigate mathematics teachers' conceptual knowledge level and its implementation in several mathematical topics quantitatively and qualitatively in local and international contexts. There have been a lot of researches conducted on teachers' conceptual knowledge in several mathematical topics, however there is still a lack of research in investigating teachers' conceptual knowledge on the algebra topic. Most of the past research findings showed that the teachers' conceptual knowledge level was at a low level in several mathematical topics therefore a similar research is also needed in the algebra topic. This study can be extended to a more improved research in spite of the research sample, design or research methodology, instruments, and other factors.

**Keywords:** Conceptual understanding, algebra, mathematics teachers, school, conceptual study

### Abstrak

Pengetahuan konseptual merupakan salah satu pengetahuan matematik yang perlu dikuasai oleh guru matematik selain dari pengetahuan faktual, prosedural dan metakognitif. Guru lebih cenderung untuk mengabaikan pengetahuan konseptual dan sebaliknya mementingkan pengetahuan prosedural tanpa memahami konsep-konsep yang mempengaruhi pemilihan strategi dan model matematik dalam konteks penyelesaian masalah. Satu kajian literatur dijalankan untuk membincangkan dapatan-dapatan kajian lepas yang mengenal pasti tahap pengetahuan konseptual guru matematik sekolah menengah dalam topik algebra. Pengetahuan konseptual guru dapat diuji berdasarkan kepada kefahaman dan cara guru menaakul penyelesaian masalah berkaitan dengan topik algebra. Sebanyak 68 artikel kajian lepas yang dirujuk telah dipilih berdasarkan kepada tujuan kajian tersebut dalam mengkaji tahap pengetahuan konseptual guru matematik dan juga pelaksanaan kajian dalam beberapa topik dalam matematik sama ada secara kuantitatif dan juga kualitatif dari dalam negara dan luar negara. Banyak kajian mengenai pengetahuan konseptual guru telah dijalankan dalam beberapa topik matematik namun masih kurang kajian yang mengkaji tahap pengetahuan konseptual guru dalam topik algebra. Sebilangan besar hasil dapatan kajian lepas menunjukkan tahap pengetahuan konseptual guru berada pada tahap rendah dalam beberapa topik matematik menjadikan perlunya kajian seumpamanya dalam topik algebra pula. Kajian tersebut boleh dilanjutkan kepada kajian yang dijalankan dengan penambah baikan dari segi sampel kajian, reka bentuk atau kaedah kajian, instrumen kajian dan lain-lain faktor lagi.

**Kata kunci:** Pemahaman konseptual, algebra, guru matematik, sekolah, kajian konseptual

© 2020 Penerbit UTM Press. All rights reserved

## 1.0 PENGENALAN

Pengetahuan konseptual merupakan suatu asas kepada struktur perkara yang menjelaskan dan memberi makna terhadap prosedur yang telah digunakan (Effandi *et al.* 2007; Stienstra 2014). Pengetahuan bagi sesuatu prosedur iaitu pengetahuan prosedural akan dapat ditingkatkan sekiranya pengetahuan konseptual sebagai asas pengetahuan prosedural ditingkatkan terlebih dahulu. Pengetahuan konseptual yang tinggi dalam kalangan guru adalah sangat penting kerana ianya mempengaruhi keupayaan mereka dalam menjana soalan selain daripada imaginasi atau kreativiti dan pengalaman dalam menyelesaikan masalah (Chapman, 2012). Jika guru mempunyai pengetahuan konseptual yang tinggi, maka guru tersebut berupaya untuk menghubungkan kaitkan idea-idea matematik dalam satu jaringan dan dapat memberikan contoh-contoh yang berkaitan (Mazlini Adnan *et al.*, 2012). Guru matematik perlu memiliki pemahaman (pengetahuan) konseptual yang baik sebelum mereka mengembangkan pemahaman konseptual murid mereka (Lee, 2007).

Perubahan kurikulum sekolah yang baharu yang lebih menekankan kepada pengetahuan konseptual terlebih dahulu kemudiannya membawa kepada pengetahuan prosedural di samping ianya juga menyentuh mengenai keupayaan kognitif dan metakognitif murid (Nik Noralhuda Nik Mohamed, 2011). Penekanan kepada pengetahuan konseptual menjadikan kurikulum sekolah kini lebih mementingkan pemahaman konsep dan penguasaan kemahiran dalam konsep matematik, perkaitan antara idea, pemahaman penghasilan idea matematik yang koheren dan holistik dan hubung kait aplikasi idea ke dunia sebenar (Kementerian Pelajaran Malaysia, 2012). Perubahan kurikulum tersebut menjadikan peranan pengetahuan konseptual dalam matematik semakin berkembang mendorong guru untuk mengubah cara matematik itu diajar dan dipelajari di dalam kelas dan lebih menekankan kepada pemahaman konseptual berbanding kemahiran prosedural yang pernah ditekankan sebelum ini (Rohani Aziz *et al.*, 2007). Maka, hal ini menunjukkan pengetahuan betapa pentingnya pengetahuan konseptual yang perlu dikuasai oleh guru terlebih dahulu sebelum diajar kepada murid-murid. Oleh itu, pengetahuan konseptual guru perlu ditingkatkan ke tahap yang lebih tinggi agar ianya sejajar dengan matlamat dan fokus kurikulum sekolah.

Pengetahuan konseptual guru dalam topik algebra dikaji kerana menurut Wetzel (2008), algebra telah digunakan pada setiap hari bertujuan untuk menyelesaikan masalah matematik termasuklah masalah matematik yang mengandungi pemboleh ubah dan nombor rasional dalam kehidupan seharian. Penguasaan konsep asas algebra merupakan kunci kejayaan dalam mempelajari matematik secara keseluruhan disebabkan ilmu algebra itu sendiri mempunyai hubungan dengan seluruh cabang matematik (Sharp & Hoiberg, 2005). Pembangunan bersepadu antara pemikiran algebra dan kemahiran penaakulan adalah intipati penting untuk melibatkan diri dalam masyarakat yang demokratik (Mason, 2008; Moses & Cobb Jr, 2001). Hal ini menunjukkan pengetahuan konseptual adalah sangat penting dalam menyelesaikan masalah dalam topik algebra. Rakes, Valentine, McGatha dan Ronau (2010) bersetuju akan keperluan untuk lebih fokus terhadap usaha untuk menambah baikkan pemahaman guru dalam algebra disebabkan oleh algebra itu sendiri membentuk teras kurikulum matematik sekolah menengah seterusnya menjadikan proses pengajaran dan pembelajaran bagi topik tersebut adalah kritikal. Pendekatan pengajaran dalam topik algebra adalah susah untuk diamalkan dan lazimnya ianya lebih diajar dan dinilai menggunakan pendekatan prosedural berbanding konseptual (Lake, 2008).

Katz dan Barton (2007) menggariskan empat peringkat konseptual iaitu peringkat geometrik (kebanyakan konsep algebra adalah geometrik), peringkat penyelesaian persamaan statik (mencari nombor yang memenuhi kriteria hubungan tertentu), peringkat fungsi dinamik (gerakan menjadi idea dasar) dan peringkat abstrak (mementingkan struktur algebra) dalam mengungkapkan idea algebra di mana keempat-empat peringkat tersebut bertindih antara satu sama lain namun masih boleh bergerak dengan sendiri dan tidak berkaitan antara satu sama lain. Hal ini menunjukkan topik algebra memerlukan seseorang itu menguasai pengetahuan konsep-konsep algebra yang geometrik dan merupakan peringkat terawal sebelum meningkat ke peringkat lebih tinggi iaitu peringkat penyelesaian masalah.

Namun begitu, pengetahuan konseptual guru bukanlah berada di tahap yang tinggi sebaliknya berada di tahap sederhana walaupun sudah menghadiri kursus (Kajander, 2010) dan juga berada di tahap rendah apabila Hannigan *et al.* (2013) mendapati bakal guru bukan sahaja lemah dan kurang berpengetahuan konseptual malah mempunyai tahap pengetahuan prosedural yang rendah. Pengetahuan konseptual yang rendah mempengaruhi cara penyelesaian masalah guru dalam matematik menyebabkan mereka selalu memilih strategi dan model matematik yang salah apabila mereka tidak bijak mengubahsuai jalan penyelesaian mengikut konteks dan mereka hanya terus mengaplikasikan peraturan, prosedur dan pengetahuan yang sedia ada (Yilmaz Aksoy *et al.*, 2015; Selouly & Saud, 2013). Guru yang tidak mempunyai pengetahuan konseptual yang tinggi dalam matematik pula akan membataskan kebolehan mereka sendiri dalam membantu membina rasional dan kefahaman konseptual murid (da Ponte & Chapman, 2008). Kecenderungan guru yang lebih tinggi untuk menggunakan pengetahuan prosedural berbanding pengetahuan konseptual dalam menjawab ujian (Miqdadi & Al-Jamal, 2013). Tahap pengetahuan matematik yang rendah dan kepercayaan yang tinggi dalam diri guru menjadikan mereka berfikir bahawa hanya ada satu cara sahaja untuk menyelesaikan masalah matematik (Hayata, 2012). Malah, ada guru matematik yang keliru dan tidak dapat membezakan definisi pengetahuan prosedural dan konseptual (Baroody *et al.*, 2007; Star *et al.*, 2005).

Pengetahuan konseptual guru dalam topik-topik dalam matematik telah banyak dikaji kebelakangan ini oleh pengkaji dari dalam negara mahu pun luar negara seperti Mazlini dan Effandi (2012), Mazlini *et al.* (2012), Lin, Becker, Ko dan Byun (2013) dan Alenazi (2016) dalam topik pecahan, Yew, Lian dan Meng (2014) dalam topik luas dan Groth (2014) dalam topik statistik, kajian Selouly dan Saud (2013), Miqdadi dan Al-Jamal (2013), Feldman (2012) dalam teori nombor, Khashan (2014) dalam topik nombor rasional. Guru juga menghadapi masalah dalam memahami topik-topik dalam matematik seperti pecahan (Byun, 2015; Stienstra, 2014; Van Steenbrugge *et al.*, 2014), statistik (Hannigan *et al.*, 2013; Jacobbe & Carvalho, 2011), teori nombor (Stienstra, 2014), perpuluhan (Burroughs & Yopp, 2010; Kastberg & Morton, 2014), luas (Livy *et al.*, 2012), geometri (Thaqi *et al.*, 2011) dan penyelesaian masalah (Capraro *et al.*, 2012) menyebabkan tahap pengetahuan konseptual mereka menjadi rendah (Yilmaz Aksoy *et al.*, 2015; Masters, 2012; Miqdadi & Al-Jamal, 2013).

Namun begitu, masih kurang kajian terutamanya dari dalam negara yang telah dijalankan dalam mengkaji pengetahuan konseptual guru matematik khususnya dalam topik algebra. Hanya kajian dalam negara iaitu kajian Lim, Wun dan Noraini (2011) yang menggunakan model SOLO dalam mentaksir bakal guru sekolah menengah dalam topik algebra dan dikelaskan kepada beberapa tahap berdasarkan pemikiran algebra mereka. Hasil dapatan kajian menunjukkan lebih ramai bakal guru berada pada tahap yang rendah. Oleh itu, wujud satu keperluan kepada pengkaji untuk menjalankan kajian bagi mengenal pasti tahap pengetahuan konseptual guru matematik sekolah menengah dalam topik algebra.

## ■2.0 METODOLOGI

Bagi menulis kajian konseptual ini, sebanyak 68 artikel kajian yang berkaitan telah dirujuk dan diperolehi dari pangkalan data EBSCO Academic Search Premier, Education Resources Information Center (ERIC), MyJurnal, ProQuest Research Library, dan ProQuest Digital Dissertations di samping menggunakan enjin carian Google Scholar. Antara literatur yang dirujuk adalah manuskrip jurnal paparan ahli, prosiding dan kertas konferens, buku, jurnal teks penuh dan disertasi yang dipilih berdasarkan kerelevannya terhadap tajuk kajian. Artikel-artikel tersebut didapati melalui carian kata kunci seperti pengetahuan konseptual, algebra, dan guru matematik dalam setiap pangkalan data yang diterbitkan dalam lingkungan dari tahun 2007 hingga 2016.

## ■3.0 KAJIAN LITERATUR

### Pengetahuan Konseptual Guru

Konsep pengetahuan konseptual banyak telah dikaji oleh pengkaji dari dalam negara mahu pun luar negara. pengkaji dalam negara seperti Mazlini *et al.* (2012) dalam kajian mereka yang mengkaji hubungan kepercayaan matematik, pengetahuan konseptual dan pengalaman matematik dalam kalangan bakal guru. Mereka telah merujuk pengetahuan konseptual sebagai keupayaan guru untuk menghubungkan idea matematik antara satu sama lain dan menghubungkannya kepada jaringan idea-idea matematik dan boleh memberikan contoh-contoh berkaitan. Mereka telah menekankan bahawa pengetahuan konseptual guru perlu dikaji dan dilanjutkan seiring dengan perkembangan kurikulum sekolah. Banyak kajian telah dilaksanakan oleh pengkaji luar negara mengenai konsep pengetahuan konseptual dalam matematik. Hal ini menunjukkan ramai pengkaji luar negara lebih berminat untuk mengkaji kajian seumpama ini berbanding pengkaji dalam negara. Mereka menghubungkan kaitkan pengetahuan konseptual dengan pengetahuan matematik secara khusus dan am. Pengetahuan matematik secara khusus ialah pengetahuan yang meliputi kegunaan dan konsep pecahan yang tidak berubah-ubah. Ditambah lagi dengan pengetahuan matematik secara am sebagai pengetahuan yang menyentuh bagaimana pengetahuan tersebut beroperasi dan dijustifikasikan melalui proses pengujian. Penyataan tersebut mengenai hubungan pengetahuan konseptual dengan pengetahuan matematik secara khusus dan am diperolehi daripada kajian Olfos, Goldrine dan Estrella (2014) yang mengkaji konsep pengetahuan konseptual berdasarkan teori bidang konseptual Vergnaud (1990).

Lantaran daripada hubung kait pengetahuan konseptual dengan pengetahuan matematik secara khusus dan am, konsep pengetahuan konseptual boleh dikaitkan dengan empat komponen yang diusulkan oleh Bair dan Rich (2011). Dalam kajian mereka, terdapat empat komponen utama bagi perkembangan pengetahuan isi kandungan khusus adalah seperti berikut:

- i. Menerangkan sebab atau menaakul
- ii. Menggunakan pelbagai perwakilan piawai
- iii. Hubungan antara soalan mirip secara konseptual
- iv. Penjanakan masalah

Selain dari hubung kait dengan pengetahuan matematik secara khusus dan am, pengetahuan konseptual juga berhubung kait dengan set ilmu seperti mana yang dinyatakan dalam kajian Mahir (2009) yang turut menyentuh pengetahuan konseptual dengan hubungan. Mahir menyatakan pengetahuan konseptual adalah saling berhubung kait antara set ilmu yang lain. Hal ini menyebabkan pengetahuan ini membenarkan seseorang itu untuk mengenal pasti antara hubungan tersebut yang manakah lebih penting berbanding setnya sendiri. Pengetahuan konseptual adalah merupakan salah satu jenis pengetahuan matematik. Pengetahuan matematik pula jika diterangkan dengan lebih jelas dan terperinci, ianya adalah pengetahuan isi kandungan yang menggabungkan sifat-sifat matematik dengan pengurusan mental pengetahuan guru. Pengetahuan matematik yang diperincikan itu diistilahkan sebagai pemahaman konseptual matematik (Turnuklu & Yesildere, 2007). Pelbagai kemahiran dan prosedur boleh dihasilkan jika dihubungkan dengan pengetahuan konseptual. Hubungan dengan pengetahuan konseptual ini memainkan peranan yang sangat penting dalam meningkatkan dan mendalami pengetahuan murid mengenai sesuatu prosedur (Star, 2007). Menurut Effandi *et al.* (2007) pula, pengetahuan konseptual merupakan suatu asas kepada struktur perkara yang menjelaskan dan memberi makna terhadap prosedur yang telah digunakan. Hal ini menunjukkan pengetahuan mengenai sesuatu prosedur atau pengetahuan prosedural akan dapat ditingkatkan selepas pengetahuan konseptual sebagai asas pengetahuan prosedural ditingkatkan terlebih dahulu. Selain itu, jaringan pengetahuan yang berhubung antara satu sama lain merupakan definisi bagi pengetahuan konseptual. Pengetahuan konseptual juga ialah satu jaringan kognitif di mana hubungan antara penjenjurur jaringan tersebut adalah sama penting dengan cebisan maklumat yang disrit yang menggantikan penjenjurur tersebut (Groth & Bergner, 2006).

Pengetahuan konseptual berdasarkan konsep memerlukan guru untuk memahami sesuatu konsep dalam matematik sebelum guru tersebut mengajar kembali konsep tersebut kepada murid-murid. Maka, guru memerlukan pemahaman konsep yang baik terlebih dahulu. Pemahaman konsep ialah pembelajaran yang dilanjutkan daripada pembentukan konsep yang bertujuan untuk menjadikan murid lebih memahami konsep-konsep dalam matematik (Utomo, 2012). Utomo dalam kajiannya juga memetik definisi daripada Van de Walle yang mengemukakan bahawa pemahaman konsep juga menyediakan hubungan-hubungan dan hubung kait hubungan tersebut antara konsep-konsep dalam matematik. Rohani *et al.* (2007) merujuk pemahaman konseptual sebagai pengetahuan yang mendasari struktur sesuatu perkara yang menjalin hubungan dan rangkaian idea yang menerangkan dan memberi makna kepada prosedur yang dilakukan. Pemahaman konseptual menjadi asas pengetahuan yang boleh menghubungkan idea-idea supaya sesuatu konsep itu mudah difahami dan dikuasai dengan baik. Menurut beliau lagi, kepentingan pemahaman konseptual ialah kaedah bagaimana pengetahuan dan kemahiran yang dipelajari dalam satu konteks dipindahkan, digeneralisasikan dan digunakan dalam konteks yang lain.

Pengetahuan konseptual yang tinggi dalam kalangan guru adalah sangat penting. Hal ini kerana pengetahuan konseptual matematik oleh bakal guru matematik sekolah rendah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keupayaan mereka dalam menjana soalan selain daripada imaginasi atau kreativiti dan pengalaman dalam menyelesaikan masalah (Chapman, 2012). Namun begitu, guru yang berpengetahuan konseptual dalam matematik yang tinggi tidak memberi jaminan bahawa seseorang guru itu merupakan guru matematik yang berkesan. Tetapi, bagi guru yang tidak mempunyai pengetahuan konseptual yang tinggi dalam matematik pula akan membataskan kebolehan mereka sendiri dalam membantu membina rasional dan kefahaman konseptual murid (da Ponte & Chapman, 2008). Pengetahuan konseptual adalah sangat penting dalam menentukan tahap penguasaan dalam matematik. Dalam konteks murid, Cave dan

Brown (2010) menekankan kepada kepentingan murid terhadap pengetahuan konseptual bagi menguasai matematik. Kedua-dua pengkaji tersebut menekankan bahawa dalam usaha murid untuk menguasai matematik, mereka perlu belajar pengetahuan deklaratif (konseptual) berdasarkan konsep dan skema dan dalam masa yang sama juga mempelajari pengetahuan prosedural untuk kemahiran dan strategi. Pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural perlu dipelajari bersama-sama untuk penguasaan matematik yang lebih baik dan tinggi. Sekiranya murid tidak menguasai sebarang konsep, murid tersebut akan lebih cenderung untuk membincangkan perkara yang berkaitan dengan fakta, kejadian dan objek yang terdapat pada persekitaran secara terpisah (Norliza Zaini & Effandi Zakaria, 2007). Masih dalam konteks yang sama, Rahmawati (2014) pula berpendapat pemahaman konsep adalah kemampuan yang dimiliki oleh seseorang untuk mengajar kembali ilmu yang diperolehinya dengan baik sama ada dalam bentuk lisan atau tulisan kepada orang lain sehingga orang tersebut benar-benar memahami apa yang diajarkan. Pemahaman konsep ini sangat diperlukan dalam mengembangkan pemahaman aljabar. Murid dikatakan mempunyai pemahaman konseptual apabila murid dapat membaca dan memahami apa yang dibacanya serta memberi makna terhadap bacaannya (Capraro & Joffrion, 2006). Jika murid sudah memahami makna dan prinsip-prinsip yang berkaitan dengan konsep matematik, maka murid tersebut mempunyai pengetahuan konseptual dalam matematik (Frederick & Kirsch, 2011). Jika dalam konteks guru pula, guru yang berpengetahuan konseptual yang tinggi akan mengingati apa yang telah dipelajarinya. Ilmu pengetahuan yang difahami akan diingati melalui prosedur dan langkah-langkah yang tepat, jelas dan menarik akan lebih bertahan lama dalam otak dan disimpan dalam memori jangka masa panjang. Guru yang efektif seharusnya mempunyai pengetahuan konseptual dan prosedural yang tinggi agar dapat membantu murid mereka dalam membangunkan pengetahuan matematik (Slaten, 2006).

Jadual 1 menunjukkan ringkasan definisi bagi pengetahuan konseptual yang diperolehi dari tinjauan literatur kajian-kajian lepas.

**Jadual 1** Analisis tinjauan literatur definisi pengetahuan konseptual

Pengarang	Tajuk Artikel	Definisi
1. Mazlini Adnan, Effandi Zakaria, & Siti Mistima Maat (2012)	Relationship between mathematics beliefs, conceptual knowledge and mathematical experience among pre-service teachers	Keupayaan guru untuk menghubungkan idea matematik antara satu sama lain dan menghubungkannya kepada jaringan idea-idea matematik dan boleh memberikan contoh-contoh berkaitan.
2. Olfos, Goldrine dan Estrella (2014)	Teachers' pedagogical content knowledge and its relation with students' understanding.	Pengetahuan yang mempunyai hubungan dengan pengetahuan matematik secara khusus dan am diperolehi daripada kajian yang mengkaji konsep pengetahuan konseptual berdasarkan teori bidang konseptual Vergnaud (1990).
3. Bair dan Rich (2011)	Characterizing the development of specialized mathematical content knowledge for teaching in algebraic reasoning and number theory	Pengetahuan yang dikaitkan dengan empat komponen utama bagi perkembangan pengetahuan isi kandungan khusus adalah seperti berikut: <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Menerangkan sebab atau menaakul</li> <li>ii. Menggunakan pelbagai perwakilan piawai</li> <li>iii. Hubungan antara soalan mirip secara konseptual</li> <li>iv. Penjanaan masalah</li> </ol>
4. Mahir (2009)	Conceptual and procedural performance of undergraduate students in integration.	Pengetahuan yang saling berhubung kait antara set ilmu yang lain menyebabkan pengetahuan ini membenarkan seseorang itu untuk mengenal pasti antara hubungan tersebut yang manakah lebih penting berbanding setnya sendiri.
5. Turnuklu dan Yesildere (2007)	The pedagogical content knowledge in mathematics: pre-service primary mathematics teachers' perspectives in Turkey.	Salah satu jenis pengetahuan matematik yang diterangkan dengan lebih jelas dan terperinci serta ianya adalah pengetahuan isi kandungan yang menggabungkan sifat-sifat matematik dengan pengurusan mental pengetahuan guru.
6. Star (2007)	Procedural and conceptual knowledge: exploring the gap between knowledge type and knowledge quality	Pengetahuan yang menghasilkan pelbagai kemahiran dan prosedural dan memainkan peranan yang sangat penting dalam meningkatkan dan mendalami pengetahuan murid mengenai sesuatu prosedural.
7. Effandi Zakaria, Norazah Mohd & Sabri Ahmad (2007)	Trend pengajaran dan pembelajaran matematik	Suatu asas kepada struktur perkara yang menjelaskan dan memberi makna terhadap prosedural yang telah digunakan. Jaringan pengetahuan yang berhubung antara satu sama lain.
8. Groth dan Bergner (2006)	Preservice elementary teachers' conceptual and procedural knowledge of mean, median, and mode	Satu jaringan kognitif di mana hubungan antara pepenjuru jaringan tersebut adalah sama penting dengan cebisan maklumat yang disrit yang menggantikan pepenjuru tersebut.
9. Utomo (2012)	Pengetahuan konseptual dan prosedural dalam pembelajaran matematika	Pembelajaran yang dilanjutkan daripada pembentukan konsep yang bertujuan untuk menjadikan murid lebih memahami konsep-konsep dalam matematik dan menyediakan hubungan-hubungan dan hubung kait hubungan tersebut antara konsep-

		konsep dalam matematik.
10. Rohani Aziz, Mohamad Johari Yaakob, & Effandi Zakaria (2007).	Pemahaman konseptual dan prosedural dalam matematik	Pengetahuan yang mendasari struktur sesuatu perkara yang menjalin hubungan dan rangkaian idea yang menerangkan dan memberi makna kepada prosedur yang dilakukan. Asas pengetahuan yang boleh menghubungkan idea-idea supaya sesuatu konsep itu mudah difahami dan dikuasai dengan baik.
11. Chapman (2012).	Prospective elementary school teachers' ways of making sense of mathematical problem posing	Salah satu faktor yang mempengaruhi keupayaan mereka dalam menjana soalan selain daripada imaginasi atau kreativiti dan pengalaman dalam menyelesaikan masalah.
12. Da Ponte dan Chapman (2008).	Preservice mathematics teachers' knowledge and development	Pengetahuan yang boleh membataskan kebolehan mereka sendiri dalam membantu membina rasional dan kefahaman konseptual murid sekiranya tidak menguasai.
13. Cave dan Brown (2010)	When learning is at stake: Exploration of the role of teacher training and professional development schools on elementary students' math achievement	Pengetahuan deklaratif (konseptual) berdasarkan konsep dan skema.
14. Rahmawati (2014)	Pengaruh model pembelajaran conceptual understanding procedures (CUPS) terhadap hasil belajar pemahaman konsep dan pemahaman prosedur matematika kelas VII MTS Al Huda Bandung Tulungagung	Kemampuan yang dimiliki oleh seseorang untuk mengajar kembali ilmu yang diperolehinya dengan baik sama ada dalam bentuk lisan atau tulisan kepada orang lain sehingga orang tersebut benar-benar memahami apa yang diajarkan.
15. Capraro dan Joffrion (2006).	Algebraic equations: Can middle-school students meaningfully translate from words to mathematical symbols?	Pengetahuan yang diperolehi apabila pelajar dapat membaca dan memahami apa yang dibacanya serta memberi makna terhadap bacaannya,
16. Frederick dan Kirsch (2011).	Conceptual mathematics knowledge	Kebolehan untuk memahami makna dan prinsip-prinsip yang berkaitan dengan konsep matematik.
17. Slaten (2006)	Effective teaching and uses of instructional representations in secondary geometry: A comparison of a novice and an experience mathematics teacher.	Penguasaan pengetahuan oleh guru yang dapat membantu murid mereka dalam membangunkan pengetahuan matematik.

## Algebra

Pengetahuan konseptual guru sekolah menengah dalam matematik yang dikaji dalam kajian ini menjurus kepada topik algebra. Ungkapan algebra merupakan topik yang terhasil di bawah bidang algebra. Algebra didefinisikan sebagai aritmetik nombor dan kuantiti yang digeneralisasikan dan peranan yang utama dalamnya ialah konsep fungsi (Carragher *et al.*, 2006). Definisi algebra dengan lebih terperinci diberikan oleh Banerjee dan Subramaniam (2012). Mereka memberi maksud algebra sebagai satu domain yang terdiri daripada operasi abjad, perubahan ungkapan abjad, kefahaman peraturan dan syarat-syarat operasi secara formal dan digeneralisasi dan penggunaan abjad untuk perwakilan, pembuktian dan generalisasi.

Katz dan Barton (2007) menggariskan empat peringkat konseptual dalam mengungkapkan idea algebra. Keempat-empat peringkat tersebut bertindih antara satu sama lain. Namun, kadang-kala keempat-empat peringkat tersebut boleh bergerak dengan sendiri dan tidak berkaitan antara satu sama lain. Ada juga keadaan di mana keempat-empat peringkat perlu digabungkan serentak. Empat peringkat konseptual ungkapan algebra ialah seperti berikut:

- i. Peringkat geometrik; kebanyakan konsep algebra adalah geometrik
- ii. Peringkat penyelesaian persamaan statik; mencari nombor yang memenuhi kriteria hubungan tertentu
- iii. Peringkat fungsi dinamik; gerakan menjadi idea dasar
- iv. Peringkat abstrak; mementingkan struktur algebra

Algebra dianggap sebagai penjaga pintu bagi pembelajaran peringkat lebih tinggi dan juga sebagai prasyarat bagi kursus matematik peringkat lebih tinggi. Pembangunan bersepadu antara pemikiran algebra dan kemahiran penaakulan adalah intipati penting untuk melibatkan diri dalam masyarakat yang demokratik (Mason, 2008; Moses & Cobb Jr, 2001). Tanpa disedari, masyarakat sebenarnya menggunakan algebra pada setiap hari. Menurut Wetzel (2008) pula, algebra telah digunakan pada setiap hari bertujuan untuk menyelesaikan masalah matematik termasuklah masalah matematik yang mengandungi pembolehubah dan nombor rasional dalam kehidupan seharian. Literasi sains dan matematik khususnya algebra dilihat sebagai sambungan pergerakan hak awam dan jalan masuk

ekonomi yang seimbang bagi kumpulan minoriti yang tidak bernasib baik (Borko & Whitcomb, 2008). Dengan ini, sekiranya seseorang itu berjaya menghabiskan topik algebra dengan jayanya, seseorang itu akan mendapat lebih banyak peluang untuk mengambil kursus matematik lanjutan di sekolah tinggi dan kemudiannya mempunyai kelayakan yang lebih baik dalam mencari peluang pekerjaan terutamanya dalam bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) (McCroly *et al.*, 2012; Schoenfeld, 2008; Stein *et al.*, 2011).

Jadual 2 menunjukkan ringkasan definisi bagi algebra yang diperolehi dari tinjauan literatur kajian-kajian lepas.

**Jadual 2** Analisis tinjauan literatur definisi algebra

Pengarang	Tajuk Artikel	Definisi
1. Carraher, Schliemann, Brizuela & Earnest (2006).	Arithmetic and algebra in early mathematics education	Aritmetik nombor dan kuantiti yang digeneralisasikan dan peranan yang utama dalamnya ialah konsep fungsi.
2. Banerjee dan Subramaniam (2012)	Evolution of a teaching approach for beginning algebra	Satu domain yang terdiri daripada operasi abjad, perubahan ungkapan abjad, kefahaman peraturan dan syarat-syarat operasi secara formal dan digeneralisasi dan penggunaan abjad untuk perwakilan, pembuktian dan generalisasi.
3. Katz dan Barton (2007)	Stages in the history of algebra with implications for teaching.	Menggariskan empat peringkat konseptual dalam mengungkapkan idea algebra seperti berikut: i. Peringkat geometrik; kebanyakan konsep algebra adalah geometrik ii. Peringkat penyelesaian persamaan statik; mencari nombor yang memenuhi kriteria hubungan tertentu iii. Peringkat fungsi dinamik; gerakan menjadi idea dasar iv. Peringkat abstrak; mementingkan struktur algebra
4. Mason (2008)	Making use of children's powers to produce algebraic thinking	Penjaga pintu bagi pembelajaran peringkat lebih tinggi dan juga sebagai prasyarat bagi kursus matematik peringkat lebih tinggi. Pembangunan bersepadu antara pemikiran algebra dan kemahiran penaakulan adalah intipati penting untuk melibatkan diri dalam masyarakat yang demokratik.
5. Wetzel (2008)	Scientific method and problem-based learning	Digunakan pada setiap hari bertujuan untuk menyelesaikan masalah matematik termasuklah masalah matematik yang mengandungi pembolehubah dan nombor rasional dalam kehidupan seharian.
6. Borko dan Whitcomb (2008)	Teachers, teaching, and teacher education: Comments on the national mathematics advisory panel's report	Literasi sains dan matematik sebagai sambungan pergerakan hak awam dan jalan masuk ekonomi yang seimbang bagi kumpulan minoriti yang tidak bernasib baik.

### Tahap Pengetahuan Konseptual Guru Matematik

Secara khususnya, kajian ini juga dijalankan untuk mengenal pasti tahap pengetahuan konseptual guru matematik terutamanya di sekolah menengah. Kajian seumpama ini agak terhad dan hanya beberapa kajian terkini dalam negara yang telah dilaksanakan setakat ini dalam mengkaji tahap pengetahuan konseptual guru matematik. Seperti kajian Mazlini Adnan dan Effandi Zakaria (2012) yang menumpukan kepada topik pecahan, dapatan kajian menunjukkan tahap pengetahuan konseptual bakal guru matematik adalah pada tahap baik dan tinggi dengan peratus tertinggi iaitu 77.0% daripada 317 orang bakal guru matematik iaitu seramai 244 orang memperolehi skor antara 60 hingga 80. Mazlini Adnan *et al.* (2012) meneruskan kajiannya yang lain yang turut mengkaji tahap pengetahuan konseptual guru dalam topik pecahan. Dalam kajian tersebut, dapatan kajian masih selari dengan kajian terdahulu apabila min skor bagi pengetahuan konseptual guru didapati pada tahap baik. Selain itu, beliau melanjutkan lagi kajiannya yang lain iaitu satu kajian yang menggunakan ujian pengetahuan konseptual bagi topik pecahan juga. Hasil daripada dapatan kajian mendapati seramai 70.6% daripada 194 orang responden yang terdiri daripada guru matematik sekolah rendah di Kinta, Perak iaitu seramai 137 orang responden telah berjaya memperolehi skor 46 hingga 60. Hal ini menunjukkan tahap pengetahuan konseptual guru matematik sekolah rendah di Kinta, Perak adalah berada pada tahap tinggi dan baik (Mazlini Adnan *et al.*, 2014). Tahap pengetahuan konseptual yang tinggi dalam topik pecahan menggambarkan bahawa guru matematik berupaya menguasai dan memahami konsep-konsep pecahan dengan baik dan dapat menjawab soalan-soalan ujian di bawah topik pecahan dengan tepat.

Kajian lain iaitu kajian daripada Effandi Zakaria dan Norliza Zaini (2009) yang turut mengkaji topik yang sama iaitu pecahan juga mencatatkan dapatan kajian yang selari dan menyokong dapatan kajian lain. Dalam kajian mereka, mereka mendapati responden kajian mereka mempunyai tahap pengetahuan konseptual dan prosedural yang tinggi. Ismail Salleh (2008) dalam kajiannya yang bertujuan untuk mengenal pasti tahap pengetahuan guru-guru tentang kaedah-kaedah yang berasaskan pendekatan konseptual dan prosedural, telah

mendapati bahawa empat daripada sepuluh orang guru matematik sekolah menengah menggunakan pendekatan konseptual, empat orang guru juga menggunakan pendekatan prosedural manakala dua orang guru lagi menggunakan gabungan kedua-dua pendekatan konseptual dan prosedural. Hal ini menunjukkan bahawa pengetahuan 10 orang guru matematik sekolah menengah sebagai responden kajian mengenai kaedah-kaedah berasaskan pendekatan konseptual dan prosedural adalah pada tahap yang tinggi. Selain dari topik pecahan yang banyak dikaji oleh pengkaji dari dalam negara, mereka juga berminat mengkaji tahap pengetahuan konseptual guru dalam topik luas. Seramai 78.26% daripada bakal guru berjaya mengenal pasti bentuk-bentuk yang terdiri daripada bentuk dua dimensi dan tiga dimensi yang mempunyai luas. Hanya 19.56% daripada bakal guru tidak dapat mengenal pasti keseluruhan bentuk dua dimensi dan tiga dimensi yang mempunyai luas dan sebaliknya hanya mengetahui beberapa bentuk dua dimensi dan bentuk tiga dimensi sahaja. Baki selebihnya iaitu 2.17% daripada bakal guru itu hanya menyatakan bentuk dua dimensi seperti segi tiga, bulatan dan bentuk tiga dimensi sahaja yang mempunyai luas (Yew *et al.*, 2014).

Jika dibandingkan dengan bilangan kajian dari luar negara yang jauh lebih banyak daripada bilangan kajian dari dalam negara ini, hal ini menunjukkan ramai pengkaji luar negara lebih berminat untuk mengkaji kajian seumpama ini berbanding pengkaji dalam negara. Dalam kajian Groth (2014) yang mengkaji pengetahuan konseptual dan prosedural bakal guru dalam topik sisihan min mutlak, 31 daripada 76 responden kajian dapat menerangkan definisi sisihan min mutlak dan juga melakukan pengiraan yang betul dalam mendapatkan nilai sisihan min mutlak. Bilangan responden yang menguasai konsep dan pengiraan yang betul melebihi dari separuh ini menunjukkan tahap pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural bakal guru adalah baik dan tinggi. Namun begitu, terdapat juga beberapa kajian dari dalam dan luar negara yang memperoleh dapatan kajian yang tidak selari dan tidak menyokong dapatan kajian lain yang menyatakan tahap pengetahuan konseptual guru matematik adalah pada tahap tinggi. Sebaliknya, satu kajian yang dijalankan oleh Miqdadi dan Al-Jamal (2013) telah membuat kesimpulan dari dapatan kajian mereka bahawa guru prasiswazah di Universiti Yarmouk tidak berjaya mencapai tahap penguasaan yang ditetapkan juri dalam ujian iaitu min pencapaian lebih daripada 50%. Dapatan kajian mereka juga menyatakan bahawa terdapat variasi yang signifikan antara min pencapaian ujian pengetahuan konseptual dan min pencapaian ujian pengetahuan prosedural mereka dan terdapat sedikit kecenderungan terhadap pengetahuan prosedural. Hal ini berlaku disebabkan oleh tahap pengetahuan konseptual yang rendah dalam kalangan guru prasiswazah mendorong mereka untuk lebih mengamalkan pengetahuan prosedural. Dapatan kajian Selouly dan Saud (2013) menyokong dapatan kajian Miqdadi dan Al-Jamal di mana guru sekolah menengah di Arab Saudi juga mempunyai tahap pengetahuan konseptual yang sederhana dan tidak dapat mengaplikasikan fakta-fakta dan hubungan yang mudah apabila mereka diberikan dalam konteks yang baharu dan berlainan.

Menjurus kepada topik algebra, dalam kajian Lim *et al.* (2011) yang menggunakan model SOLO dalam mentaksir 120 bakal guru sekolah menengah Malaysia daripada universiti tempatan dalam topik algebra dan mereka dikelaskan kepada beberapa tahap berdasarkan pemikiran algebra mereka. Hasil dapatan kajian telah berjaya mengenal pasti dan mengelaskan bakal guru tersebut kepada tujuh tahap iaitu prastruktur, tidak berstruktur, struktur pelbagai, perhubungan bawah, perhubungan, perhubungan atas dan abstrak lanjutan. Seramai 57.5% bakal guru tersebut berada pada tahap perhubungan bawah, 42.5% pula berada pada tahap struktur pelbagai dan ke bawah. Hal ini menunjukkan lebih ramai bakal guru berada pada tahap yang rendah di perhubungan bawah. Kajian dari luar negara yang dijalankan oleh Van Steenbrugge *et al.* (2014) yang mengkaji pengetahuan konseptual dan prosedural bakal guru dalam topik pecahan dan cara mereka menerangkan rasional jawapan mereka berdasarkan makna secara prosedural atau konseptual. Hasil kajian beliau ialah pengetahuan bakal guru dalam topik pecahan adalah terbatas dan pencapaian bakal guru tersebut semakin merosot. Dapatan awal kajian Marchionda (2006) yang menggunakan pendekatan kualitatif setelah disemak berdasarkan kepada pentaksiran penulisan dan juga temu ramah, mereka menyatakan bakal guru dalam kajian mereka mempunyai pengetahuan konseptual yang lemah dan begitu juga dengan pengetahuan prosedural mereka dalam topik pecahan. Pengetahuan konseptual mereka yang lemah itu disebabkan oleh kefahaman mereka yang kurang dalam operasi asas yang melibatkan pecahan.

Hannigan *et al.* (2013) pula mendapati bakal guru matematik sekolah menengah dalam kajiannya mempunyai pengetahuan konseptual yang lemah dan rendah dalam topik statistik. Masih mengkaji topik yang sama iaitu statistik, seramai 48 guru praperkhidmatan sekolah rendah dijadikan responden dalam kajian Groth dan Bregner (2006) bagi mengkaji kefahaman mendalam terhadap ukuran kecenderungan memusat. Tiada seorang pun yang didapati mempunyai kefahaman mendalam terhadap topik tersebut. Hanya tiga orang sahaja yang dapat menulis dan menerangkan perbezaan antara min, median dan mod berdasarkan situasi yang berbeza-beza. Seramai 57 orang guru matematik di sekolah rendah di Riyadh yang terdiri daripada 27 orang guru novis dan 30 orang guru berpengalaman terlibat dalam kajian yang mengkaji pengetahuan konseptual dan prosedural dalam kalangan guru matematik sekolah rendah dalam topik nombor rasional. Hasil analisis data daripada instrumen ujian pengetahuan konseptual dan prosedural menunjukkan guru matematik sekolah rendah di Riyadh berada pada tahap sederhana bagi kedua-dua jenis pengetahuan. Skor min bagi pengetahuan konseptual ialah 61.78% dan sisihan piawai ialah 7.2 dan seterusnya membuktikan tahap pengetahuan konseptual mereka adalah rendah (Khashan, 2014). Kajian lain yang juga menggunakan responden dari kalangan bakal guru menyimpulkan bahawa bakal guru kurang berkebolehan dalam menyelesaikan masalah kehidupan seharian kerana mereka selalu memilih strategi dan model matematik yang salah apabila mereka tidak bijak mengubahsuai jalan penyelesaian mengikut konteks. Mereka hanya mengaplikasikan peraturan, prosedur dan pengetahuan sedia ada. Hal ini mendorong kepada kemerosotan pencapaian mereka apabila berhadapan dengan masalah yang berkaitan dengan kelinearan ilusi dan penaakulan berkadar (Yilmaz Aksoy *et al.*, 2015). Satu kajian yang menggunakan reka bentuk eksperimen untuk mengkaji keberkesanan *E-Learning for Educators Initiative* terhadap pengetahuan konseptual guru, amalan pengajaran guru dan pencapaian pelajar telah dijalankan (Masters, 2012). Dapatan kajian beliau menunjukkan purata jumlah skor bagi penaakulan berkadar yang dijawab oleh guru adalah 7.25 berbanding dengan nilai jumlah skor maksimum iaitu 10. Purata jumlah skor yang sederhana itu menggambarkan tahap pengetahuan guru dalam penaakulan berkadar adalah pada tahap sederhana.

Jadual 3 menunjukkan ringkasan tinjauan literatur yang diperolehi daripada kajian-kajian lepas yang telah dilaksanakan dalam pelbagai topik dalam mata pelajaran matematik.

Jadual 3 Analisis tinjauan literatur dapatan kajian lepas

Pengarang	Tajuk Artikel	Metodologi	Topik	Dapatan Kajian Tahap Pengetahuan Konseptual
18. Mazlini Adnan, Effandi Zakaria, & Siti Mistima Maat (2012)	Relationship between mathematics beliefs, conceptual knowledge and mathematical experience among pre-service teachers	Kuantitatif	Pecahan	Tinggi
19. Mazlini Adnan dan Effandi Zakaria (2012)	Pengetahuan konseptual pecahan dalam kalangan bakal guru matematik	Kuantitatif	Pecahan	Tinggi
20. Mazlini Adnan, Mohd Faizal Nizam Lee Abdullah, & Che Nidzam Che Ahmad (2014)	Aplikasi model persamaan berstruktur dalam menilai kepercayaan dan pengetahuan konseptual guru matematik sekolah rendah	Kuantitatif	Pecahan	Tinggi
21. Effandi Zakaria dan Norliza Zaini (2009)	Conceptual and procedural knowledge of rational numbers in trainee teachers	Kuantitatif	Pecahan	Tinggi
22. Ismail Salleh (2008)	Pendekatan pengajaran algebra sekolah menengah: konseptual atau prosedural.	Kualitatif	Pecahan	Tinggi
23. Lin, Becker, Ko, dan & Byun (2013).	Enhancing pre-service teachers' fraction knowledge through open approach instruction	Kuantitatif	Pecahan	Tinggi
24. Alenazi (2016)	Examining middle school pre-service teachers' knowledge of fraction division interpretations.	Kuantitatif	Pecahan	Tinggi
25. Yew, Lian, & Meng (2014)	Assessing preservice teachers' knowledge of area	Kuantitatif	Luas	Tinggi
26. Groth (2014)	Prospective teachers' procedural and conceptual knowledge of mean absolute deviation	Kuantitatif	Sisihan min mutlak	Tinggi
27. Miqdadi dan Al-Jamal (2013)	Difficulties in content and language integrated learning: the case of math	Kuantitatif	Pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural	Rendah
28. Selouly dan Saud (2013)	Conceptual knowledge questionnaire regarding differentiation among mathematics teachers in secondary cycle	Kuantitatif	Pembezaan	Sederhana
29. Lim, Wun, & Noraini Idris. (2011).	Assessing a hierarchy of pre-service secondary mathematics teachers' algebraic thinking	Kuantitatif	Algebra	Sederhana
30. Khashan (2014).	Conceptual and procedural knowledge of rational numbers for riyadh elementary school teachers	Kuantitatif	Nombor rasional	Sederhana
31. Feldman (2012)	Describing pre-service teachers' developing understanding of elementary number theory topics	Kualitatif	Teori nombor	Sederhana



32. Masters (2012).	Eighth grade in-service teachers' knowledge of proportional reasoning and functions: A secondary data analysis	Kuantitatif	Penaakulan berkadar	Sederhana
33. Aksoy, Bayazit, & Dönmez (2015).	Prospective primary school teachers' proficiencies in solving real-world problems: Approaches, strategies and models	Kualitatif	Penyelesaian masalah	Rendah
34. Capraro, An, Ma, Rangel-Chavez, & Harbaugh (2012).	An investigation of preservice teachers' use of guess and check in solving a semi open-ended mathematics problem	Kualitatif	Penyelesaian masalah	Rendah
35. Hannigan, Gill, & Leavy (2013).	An investigation of prospective secondary mathematics teachers' conceptual knowledge of and attitudes towards statistics.	Kuantitatif	Statistik	Rendah
36. Groth dan Bregner (2006)	Preservice elementary teachers' conceptual and procedural knowledge of mean, median, and mode	Kuantitatif	Statistik	Rendah
37. Jacobbe & Carvalho (2011).	Teachers' understanding of averages	Kuantitatif	Statistik	Rendah
38. Byun (2015).	Enhancing pre-service teachers' knowledge of fractions through the model method	Kualitatif	Pecahan	Rendah
39. Van Steenbrugge, Lesage, Valcke & Desoete (2014).	Preservice elementary school teachers' knowledge of fractions: A mirror of students' knowledge?	Kuantitatif	Pecahan	Rendah
40. Marchionda (2006)	Preservice teachers' procedural and conceptual understanding of fractions and the effects of inquiry-based learning on this understanding	Kualitatif	Pecahan	Rendah
41. Stienstra (2014).	Developing understanding: Pre-service elementary teachers' changing conceptions of mathematics.	Kualitatif	Teori nombor	Rendah
42. Burroughs & Yopp (2010).	Prospective teachers' understanding of decimals with single repeating digits	Kuantitatif	Perpuluhan	Rendah
43. Kastberg & Morton (2014).	Mathematical content knowledge for teaching elementary mathematics: A focus on decimals.	Kuantitatif	Perpuluhan	Rendah
44. Livy, Muir & Maher (2012).	How do they measure up? Primary pre-service teachers' mathematical knowledge of area and perimeter	Kuantitatif	Luas	Rendah
45. Thaqi, Giménez & Rosich (2011)	Geometrical transformations as viewed by prospective teachers	Kualitatif	Geometri	Rendah

#### ■4.0 PERBINCANGAN

Kajian ini sangat penting untuk dijalankan bagi mengenal pasti tahap pengetahuan konseptual guru matematik sekolah menengah dalam topik algebra. Dalam menyelesaikan masalah, guru akan memilih strategi dan model matematik berdasarkan pengetahuan konseptual mereka dan bukannya hanya mengaplikasikan pengetahuan prosedural sahaja (Yilmaz Aksoy *et al.*, 2015). Selouly dan Saud (2013) menyimpulkan bahawa pengetahuan konseptual mempengaruhi dalam kefahaman konsep, fakta-fakta dan hubungan dalam konteks baharu dan berlainan dalam mengaplikasikannya untuk menyelesaikan masalah. Hayata (2012) menyatakan bahawa tahap pengetahuan konseptual yang rendah membataskan cara guru menyelesaikan masalah matematik. Jika pengetahuan konseptual mereka tinggi, pasti mereka dapat berfikir menggunakan aras lebih tinggi untuk menyelesaikan masalah dengan pelbagai cara.

Secara khususnya, tinjauan literatur ini adalah untuk membincangkan dapatan kajian-kajian lepas dalam mengenal pasti tahap pengetahuan konseptual guru matematik terutamanya di sekolah menengah. Kajian seumpama ini agak terhad dan hanya beberapa kajian terkini dalam negara yang telah dilaksanakan setakat ini dalam mengkaji tahap pengetahuan konseptual guru matematik. Beberapa kajian yang telah dijalankan seperti kajian Mazlini Adnan dan Effandi Zakaria (2012), Mazlini *et al.* (2012), Lin *et al.* (2013) dan Alenazi (2016) dalam topik pecahan, Yew *et al.* (2014) dalam topik luas dan Groth (2014) dalam topik statistik mendapati tahap pengetahuan konseptual guru matematik dalam tiga topik tersebut adalah pada tahap tinggi. Manakala, hasil dapatan kajian Selouly dan Saud (2013), Miqdadi dan Al-Jamal (2013), Feldman (2012) dalam teori nombor dan Khashan (2014) dalam topik nombor rasional menunjukkan bahawa tahap pengetahuan konseptual yang dimiliki guru matematik adalah pada tahap sederhana. Guru menghadapi masalah dalam memahami topik-topik dalam matematik seperti algebra (Lim *et al.*, 2011), pecahan (Byun, 2015; Stienstra, 2014; Van Steenbrugge *et al.*, 2014), statistik (Hannigan *et al.*, 2013; Jacobbe & Carvalho, 2011), teori nombor (Stienstra, 2014), perpuluhan (Burroughs & Yopp, 2010; Kastberg & Morton, 2014), luas (Livy *et al.*, 2012), geometri (Thaqi *et al.*, 2011) dan penyelesaian masalah (Capraro *et al.*, 2012) menyebabkan tahap pengetahuan konseptual mereka menjadi rendah (Yilmaz Aksoy *et al.*, 2015; Masters, 2012; Miqdadi & Al-Jamal, 2013). Walau bagaimanapun, pengetahuan konseptual guru dalam kajian Kahle (2008) didapati berbeza mengikut topik dalam matematik. Hal ini bermakna pengetahuan konseptual guru tidak boleh digeneralisasikan secara keseluruhan dengan hanya mengkaji topik-topik matematik yang tertentu sahaja.

#### ■5.0 KESIMPULAN

Tinjauan literatur ini adalah untuk membincangkan dapatan kajian-kajian lepas dalam mengenal pasti tahap pengetahuan konseptual guru matematik terutamanya di sekolah menengah. Kajian-kajian lepas yang seumpama ini agak terhad dan hanya beberapa kajian terkini dalam negara yang telah dilaksanakan setakat ini dalam mengkaji tahap pengetahuan konseptual guru matematik. Beberapa kajian seperti kajian Mazlini dan Effandi (2012), Mazlini *et al.* (2012), Lin *et al.* (2013) dan Alenazi (2016) dalam topik pecahan, Yew *et al.* (2014) dalam topik luas dan Groth (2014) dalam topik statistik mendapati tahap pengetahuan konseptual guru matematik dalam tiga topik tersebut adalah pada tahap tinggi. Manakala, hasil dapatan kajian Selouly dan Saud (2013), Miqdadi dan Al-Jamal (2013), Feldman (2012) dalam teori nombor dan Khashan (2014) dalam topik nombor rasional menunjukkan bahawa tahap pengetahuan konseptual yang dimiliki guru matematik adalah pada tahap sederhana. Guru menghadapi masalah dalam memahami topik-topik dalam matematik seperti algebra (Lim *et al.*, 2011), pecahan (Byun, 2015; Stienstra, 2014; Van Steenbrugge *et al.*, 2014), statistik (Hannigan *et al.*, 2013; Jacobbe & Carvalho, 2011), teori nombor (Stienstra, 2014), perpuluhan (Burroughs & Yopp, 2010; Kastberg & Morton, 2014), luas (Livy *et al.*, 2012), geometri (Thaqi *et al.*, 2011) dan penyelesaian masalah (Capraro *et al.*, 2012) menyebabkan tahap pengetahuan konseptual mereka menjadi rendah (Yilmaz Aksoy *et al.*, 2015; Masters, 2012; Miqdadi & Al-Jamal, 2013). Walau bagaimanapun, pengetahuan konseptual guru dalam kajian Kahle (2008) didapati berbeza mengikut topik dalam matematik. Hal ini bermakna pengetahuan konseptual guru tidak boleh digeneralisasikan secara keseluruhan dengan hanya mengkaji topik-topik matematik yang tertentu sahaja.

Melalui tinjauan literatur ini, guru matematik sekolah menengah dapat didedahkan dengan dapatan-dapatan kajian lepas yang terkini sebagai rujukan dan juga menggunakan hasil dapatan kajian ini sebagai sokongan bagi dapatan kajian mengenai tahap pengetahuan konseptual guru terutamanya dalam topik algebra. Dari dapatan kajian yang diperolehi, guru boleh menambah baik kelemahan dan kesilapan yang telah dibuat untuk meningkatkan pengetahuan konseptual mereka dalam matematik. Disebabkan itu, pengkaji mendapati kurangnya kajian yang dilaksanakan untuk mengkaji tahap pengetahuan konseptual guru matematik dalam topik algebra sama ada dari dalam negara ataupun luar negara seterusnya mewujudkan satu keperluan yang signifikan kepada pengkaji untuk menjalankan satu kajian empirikal seumpamanya pada masa akan datang.

#### Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Prof. Madya Dr. Effandi Zakaria untuk bimbingan dan juga tunjuk ajar dalam menyempurnakan kertas kajian konseptual ini.

#### Rujukan

- Aksoy, Y., Bayazit, I., & Dönmez, S. M. K. (2015). Prospective Primary School Teachers' Proficiencies In Solving Real-World Problems: Approaches, Strategies And Models. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(4), 827-839.
- Alenazi, A. (2016). Examining Middle School Pre-Service Teachers' Knowledge Of Fraction Division Interpretations. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(5), 696-716.
- Bair, S. L., & Rich, B. S. (2011). Characterizing the Development Of Specialized Mathematical Content Knowledge For Teaching In Algebraic Reasoning And Number Theory. *Mathematical Thinking and Learning*, 13(4), 292-321.
- Banerjee, R., & Subramaniam, K. (2012). Evolution of a Teaching Approach For Beginning Algebra. *Educational Studies in Mathematics*, 80(3), 351-367.

- Baroody, A. J., Feil, Y., & Johnson, A. R. (2007). An alternative Reconceptualization Of Procedural And Conceptual Knowledge. *Journal For Research In Mathematics Education*, 38(2), 115-131.
- Borko, H., & Whitcomb, J. A. (2008). Teachers, Teaching, And Teacher Education: Comments On The National Mathematics Advisory Panel's Report. *Educational researcher*, 37(9), 565-572.
- Burroughs, E. A., & Yopp, D. (2010). Prospective Teachers' Understanding Of Decimals With Single Repeating Digits. *Investigations in Mathematics Learning*, 3(1), 23-42.
- Byun, M. (2015). Enhancing Pre-Service Teachers' Knowledge Of Fractions Through The Model Method. (Doctor of Philosophy), Southern Illinois University Carbondale, Carbondale, Illinois, United States.
- Capraro, M. M., An, S. A., Ma, T., Rangel-Chavez, A. F., & Harbaugh, A. (2012). An Investigation Of Preservice Teachers' Use Of Guess And Check In Solving A Semi Open-Ended Mathematics Problem. *The Journal of Mathematical Behavior*, 31(1), 105-116.
- Capraro, M. M., & Joffrin, H. (2006). Algebraic Equations: Can Middle-School Students Meaningfully Translate From Words To Mathematical Symbols? *Reading Psychology*, 27(2-3), 147-164.
- Carraher, D. W., Schliemann, A. D., Brizuela, B. M., & Ernest, D. (2006). Arithmetic and Algebra In Early Mathematics Education. *Journal for research In Mathematics Education*, 87-115.
- Cave, A., & Brown, C. W. (2010). When Learning Is At Stake: Exploration Of The Role Of Teacher Training And Professional Development Schools On Elementary Students' Math Achievement. Paper presented at the National Forum of Teacher Education Journal.
- Chapman, O. (2012). Prospective Elementary School Teachers' Ways Of Making Sense Of Mathematical Problem Posing. *Pna*, 6(4), 135-146.
- da Ponte, J. P., & Chapman, O. (2008). *Preservice Mathematics Teachers' Knowledge and Development* (Vol. 2). New York: Routledge.
- Effandi Zakaria, Norazah Mohd, & Sabri Ahmad. (2007). *Trend Pengajaran dan Pembelajaran Matematik*. Kuala Lumpur: Utusan Publications & Distributors.
- Effandi Zakaria, & Norliza Zaini. (2009). Conceptual and Procedural Knowledge Of Rational Numbers In Trainee Teachers. *European Journal of Social Sciences*, 9(2), 202-217.
- Feldman, Z. (2012). Describing Pre-Service Teachers' Developing Understanding Of Elementary Number Theory Topics. (Doctor of Philosophy), Boston University, Boston, Massachusetts.
- Frederick, M. F., & Kirsch, R. L. (2011). Conceptual Mathematics Knowledge. In J. W. C. III & N. P. O'Brien (Eds.), *The Greenwood Dictionary of Education* (2nd Ed.) (pp. 94). Santa Barbara, California: Greenwood.
- Groth, R. E. (2014). Prospective Teachers' Procedural And Conceptual Knowledge Of Mean Absolute Deviation. *Investigations in Mathematics Learning*, 6(3), 51-69.
- Groth, R. E., & Bergner, J. A. (2006). Preservice Elementary Teachers' Conceptual And Procedural Knowledge Of Mean, Median, And Mode. *Mathematical Thinking and Learning*, 8(1), 37-63.
- Hannigan, A., Gill, O., & Leavy, A. M. (2013). An Investigation Of Prospective Secondary Mathematics Teachers' Conceptual Knowledge Of And Attitudes Towards Statistics. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 16(6), 427-449. doi: 10.1007/s10857-013-9246-3
- Hayata, C. A. (2012). The development Of Algebraic Reasoning In Undergraduate Elementary Preservice Teachers. (Doctor of Philosophy), University of North Texas, Denton, Texas.
- Ismail Salleh. (2008). Pendekatan Pengajaran Algebra Sekolah Menengah: Konseptual Atau Prosedural. (Sarjana Pendidikan), Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Jacobbe, T., & Carvalho, C. (2011). Teachers' Understanding of Averages. In C. Batanero, G. Burrill & C. Reading (Eds.), *Teaching Statistics in School Mathematics Challenges for Teaching and Teacher Education*, 14, 199-209. Netherlands: Springer.
- Kahle, D. K. B. (2008). How Elementary School Teachers' mathematical Self-Efficacy And Mathematics Teaching Self-Efficacy Relate To Conceptually And Procedurally Oriented Teaching Practices. (Doctor of Philosophy), The Ohio State University, Columbus, Ohio.
- Kajander, A. (2010). Elementary Mathematics Teacher Preparation In An Era Of Reform: The Development And Assessment Of Mathematics For Teaching. *Canadian Journal of Education*, 33(1), 228-255.
- Kastberg, S., & Morton, C. (2014). Mathematical Content Knowledge For Teaching Elementary Mathematics: A Focus On Decimals. *The Mathematics Enthusiast*, 11(2), 311.
- Katz, V. J., & Barton, B. (2007). Stages in the History Of Algebra With Implications For Teaching. *Educational Studies in Mathematics*, 66(2), 185-201.
- Kementerian Pelajaran Malaysia. (2012). *Kurikulum Standard Sekolah Rendah*. Putrajaya: Kementerian Pelajaran Malaysia.
- Khashan, K. H. (2014). Conceptual and Procedural Knowledge Of Rational Numbers For Riyadh Elementary School Teachers. *Journal of Education and Human Development*, 3(4), 181-197.
- Lake, M. M. (2008). Examining the Effects Of A Community College Mathematics Teacher And Curriculum Reformation Program: An Application Of Action Research And Conceptual Change. *ProQuest*.
- Lee, H. J. (2007). Developing an effective Professional Development Model To Enhance Teachers' Conceptual Understanding And Pedagogical Strategies In Mathematics. *The Journal of Educational Thought (JET)/Revue de la Pensée Educative*, 125-144.
- Lim, H. L., Wun, T. Y., & Noraini Idris. (2011). Assessing a Hierarchy Of Pre-Service Secondary Mathematics Teachers' Algebraic Thinking. *International Journal of Assessment and Evaluation in Education*, 1, 38-51.
- Lin, C.-Y., Becker, J., Ko, Y.-Y., & Byun, M.-R. (2013). Enhancing Pre-Service Teachers' Fraction Knowledge Through Open Approach Instruction. *The Journal of Mathematical Behavior*, 32(3), 309-330.
- Livy, S., Muir, T., & Maher, N. (2012). How Do They Measure Up? Primary Pre-Service Teachers' Mathematical Knowledge Of Area And Perimeter. *Mathematics Teacher Education and Development*, 14(2), 91-112.
- Mahir, N. (2009). Conceptual and Procedural Performance Of Undergraduate Students In Integration. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(2), 201-211.
- Marchionda, H. (2006). Preservice Teachers' Procedural And Conceptual Understanding Of Fractions And The Effects Of Inquiry-Based Learning On This Understanding. (Doktor Falsafah), Clemson University.
- Mason, J. (2008). Making Use Of Children's Powers To Produce Algebraic Thinking. *Algebra in the Early Grades*, 57-94.
- Masters, J. (2012). Eighth Grade In-Service Teachers' Knowledge Of Proportional Reasoning And Functions: A Secondary Data Analysis. *International Journal for Mathematics Teaching & Learning*.
- Mazlini Adnan, & Effandi Zakaria. (2012). Pengetahuan Konseptual Pecahan Dalam Kalangan Bakal Guru Matematik. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 2(1), 12-22
- Mazlini Adnan, Effandi Zakaria, & Siti Mistima Maat. (2012). Relationship Between Mathematics Beliefs, Conceptual Knowledge And Mathematical Experience Among Pre-Service Teachers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 1714-1719.
- Mazlini Adnan, Mohd Faizal Nizam Lee Abdullah, & Che Nidzam Che Ahmad. (2014). Aplikasi model Persamaan Berstruktur Dalam Menilai Kepercayaan Dan Pengetahuan Konseptual Guru Matematik Sekolah Rendah. *Jurnal Pendidikan Matematik*, 2(1), 32-50.
- McCrary, R., Floden, R., Ferrini-Mundy, J., Reckase, M. D., & Senk, S. L. (2012). Knowledge of Algebra For Teaching: A Framework Of Knowledge And Practices. *Journal For Research In Mathematics Education*, 43(5), 584-615.
- Miqdadi, R., & Al-Jamal, D. (2013). Difficulties in Content And Language Integrated Learning: The case of math. *Jordan Journal of Educational Sciences*, 9(4), 449-459.
- Moses, R. P., & Cobb Jr, C. (2001). Organizing Algebra: The Need To Voice A Demand. *Social Policy*, 31(4), 4-4.
- Nik Noralhuda Nik Mohamed. (2011). Pengetahuan Konseptual, Prosedural Dan Kesedaran Metokognitif Dalam Kelas Matematik Sekolah Menengah. (Sarjana Pendidikan), Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Norliza Zaini, & Effandi Zakaria. (2007). Konsep dalam Matematik. In Effandi Zakaria, Norazah Mohd & Sabri Ahmad (Eds.), *Trend Pengajaran dan Pembelajaran Matematik*. Kuala Lumpur: Utusan Publications & Distributors Sdn. Bhd.
- Olfos, R., Goldrine, T., & Estrella, S. (2014). Teachers' Pedagogical Content Knowledge And Its Relation With Students' Understanding. *Revista Brasileira de Educação*, 19(59), 913-944.

- Rahmawati, F. D. (2014). Pengaruh Model Pembelajaran Conceptual Understanding Procedures (CUPS) Terhadap Hasil Belajar Pemahaman Konsep Dan Pemahaman Prosedur Matematika Kelas VII MTS Al Huda Bandung Tulungagung tahun ajaran 2013-2014. Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan IAIN Tulungagung. Retrieved from <http://repo.iain-tulungagung.ac.id/id/eprint/337> Date access: 17 Mei 2016
- Rakes, C. R., Valentine, J. C., McGatha, M. B., & Ronau, R. N. (2010). Methods of Instructional Improvement In Algebra A Systematic Review And Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 80(3), 372-400.
- Rohani Aziz, Mohamad Johari Yaakob, & Effandi Zakaria. (2007). Pemahaman Konseptual dan Prosedural dalam Matematik. In Effandi Zakaria, Norazah Mohd. Nordin & Sabri Ahmad (Eds.), *Trend Pengajaran dan Pembelajaran Matematik*, 80-94. Kuala Lumpur: Utusan Publications & Distributors Sdn. Bhd.
- Schoenfeld, A. H. (2008). Early Algebra As Mathematical Sense Making. *Algebra in the Early Grades*, 479-510.
- Selouly, A., & Saud, M. b. (2013). Conceptual Knowledge Questionnaire Regarding Differentiation Among Mathematics Teachers In Secondary Cycle. *Pedagogical and Psychology Message - Saudi Arabia*, 40, 41-57.
- Sharp, J. M., & Hoiberg, K. B. (2005). *Learning and Teaching K-8 Mathematics*, 1. Boston: Allyn & Bacon.
- Slaten, K. M. (2006). Effective Teaching And Uses Of Instructional Representations In Secondary Geometry: A Comparison Of A Novice And An Experience Mathematics Teacher. (Doktor Falsafah), North Carolina State University.
- Star, J. R. (2007). Foregrounding Procedural Knowledge. *Journal for research In Mathematics Education*, 38(2), 132-135.
- Star, J. R., Glasser, H., Lee, K., Gucler, B., Demir, M., & Chang, K. (2005). Investigating the Development Of Students' Knowledge Of Standard Algorithms In Algebra. Retrieved June, 30, 2007.
- Stein, M. K., Kaufman, J. H., Sherman, M., & Hillen, A. F. (2011). Algebra a Challenge At The Crossroads Of Policy And Practice. *Review of Educational Research*, 81(4), 453-492.
- Stienstra, W. M. (2014). Developing understanding: Pre-Service Elementary Teachers' Changing Conceptions Of Mathematics. (Doctor of Philosophy), Lakehead University, Thunder Bay, Ontario.
- Thaqi, X., Giménez, J., & Rosich, N. (2011, 9-13 Februari 2011). Geometrical transformations As Viewed By Prospective Teachers. Paper presented at the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Rzeszów, Poland.
- Turnuklu, E. B., & Yesildere, S. (2007). The Pedagogical Content Knowledge In Mathematics: Pre-Service Primary Mathematics Teachers' Perspectives In Turkey. *Issues in the Undergraduate Mathematics Preparation of School Teachers*, 1.
- Utomo, D. P. (2012). Pengetahuan Konseptual Dan Prosedural Dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Prosiding Matematika*, 1(1), 21-31
- Van Steenbrugge, H., Lesage, E., Valcke, M., & Desoete, A. (2014). Preservice Elementary School Teachers' Knowledge Of Fractions: A Mirror Of Students' Knowledge? *Journal of Curriculum Studies*, 46(1), 138-161.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels' Recherches en Didactique des Mathématiques 10 (2, 3), 133-170. *Vergnaud213310Recherches en Didactique des Mathématiques1990*.
- Wetzel, D. (2008). Scientific Method And Problem-Based Learning. *Teacher Tips/Training*.
- Yew, W. T., Lian, L. H., & Meng, C. C. (2014). Assessing Preservice Teachers' Knowledge Of Area. *Sains Humanika*, 2(4), 225-229