

## **MEMIKIRKAN SEMULA METAFORA DALAM MEMPELAJARI ALGEBRA MENERUSI ASPEK KOGNITIF DAN AFEKTIF**

Nur Syahirah Salehin

*Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia*

syahirahazzahrah@gmail.com

Muhammad Syawal Amran

*Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia*

syawal@ukm.edu.my

### **ABSTRAK**

Pencapaian dalam bidang sains sering dikaitkan dengan pengembangan algebra. Namun begitu, konsep algebra yang bersifat abstrak menyebabkan kelemahan kepada pelajar dalam mempelajarinya. Tanpa disedari, penggunaan metafora dalam pengajaran berpotensi untuk membantu pelajar menguasai konsep abstrak matematik khususnya dalam topik algebra. Hal ini kerana, metafora merupakan kiasan yang banyak diaplikasikan dan relevan dalam konteks kehidupan seharian pelajar. Artikel ini bertujuan untuk membincangkan secara komprehensif isu - isu berkaitan dengan pembelajaran algebra dan konsep metafora dalam pembelajaran matematik. Di samping itu, penulisan ini juga, menghuraikan dengan lanjut kajian-kajian lepas yang menerapkan penggunaan metafora dalam pembelajaran algebra. Malahan artikel ini turut mengulas kesan penggunaan metafora terhadap emosi dan miskonsepsi pelajar. Menariknya, penggunaan metafora dalam pembelajaran algebra dapat meningkatkan kemahiran berfikir kreatif dan kritis pelajar. Walau bagaimanapun peranan guru amat penting dalam merancang strategi dan pelaksanaannya di kelas. Oleh itu, artikel ini juga mencadangkan secara terperinci strategi perancangan dan pelaksanaannya bagi memastikan pelajar dapat memahami dan mengaplikasikan pengajaran yang disampaikan. Kesimpulannya, artikel ini mencadangkan agar kajian akan datang dapat mereka bentuk bahan pengajaran yang mengandungi konsep metafora dalam pembelajaran matematik bagi mengatasi masalah pelajar dalam belajar dan memahami konsep algebra.

**Kata kunci:** metafora, algebra, kognitif, afektif

### **PENGENALAN**

Pencapaian besar dalam sains moden tidak akan dapat dilakukan tanpa matematisasi sains dan pengembangan algebra. Daripada sistem yang memastikan kelancaran trafik dan perjalanan udara yang selamat sehingga algoritma di sebalik keselamatan internet dan teknologi di dalam telefon pintar, matematik menjadi penerajunya. Malah, hakikat penggunaan algebra sering berlaku dalam segenap aspek kehidupan harian manusia. Namun, pengaplikasian algebra kurang disedari dan disukai terutamanya oleh pelajar, baik di peringkat rendah mahupun tinggi.

Pelajar kurang meminati pembelajaran algebra lantaran kesukaran dalam menguasai konsep algebra itu sendiri. Masalah dalam pembelajaran algebra merupakan masalah matematik peringkat global. Malaysia juga tidak terkecuali daripada masalah berkaitan pembelajaran algebra.

Hal ini dibuktikan dengan pencapaian pelajar yang rendah (hanya 31% pelajar dapat menjawab dengan tepat bagi soalan berkaitan algebra) dalam penaksiran Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) pada tahun 2015 (Abdullah, Yee, & Tze, 2017; Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan, 2015). Pelajar juga berdepan dengan kesukaran dalam menguasai konsep algebra. Hal ini ditunjukkan oleh n tahap keupayaan yang sederhana dalam menyelesaikan masalah algebra bukan rutin (Adnan & Jalil, 2016). Kesukaran dalam memahami algebra tersebut telah mengundang kepada miskonsepsi dan kesilapan berkaitan algebra.

Miskonsepsi dan kesilapan berkaitan algebra sering terjadi di dalam persamaan, pemboleh ubah dan ungkapan. Pelajar melakukan kesilapan semasa pemfaktoran ungkapan algebra dan juga ungkapan algebra yang mengandungi pecahan (Daud & Ayub, 2019), miskonsepsi dan kesilapan di dalam konsep pemboleh ubah (Soylu, 2011) serta kesilapan dalam menterjemah pernyataan algebra (Molina, Rodríguez-Domingo, Cañadas, & Castro, 2017). Kegagalan pelajar dalam menguasai pengetahuan asas algebra dijelaskan oleh ketidakfahaman terhadap konsep algebra tersebut (Beeh, Rosjanuardi, & Jupri, 2018).

Konsep algebra yang bersifat abstrak (Nur Zila, Effandi, & Mohd Effendi@Ewan, 2020) menjadi salah satu punca berlakunya miskonsepsi. Pelajar tidak dapat melihat dan memikirkan konsep algebra secara langsung (Menia, Mudzakir, & Rochintaniawati, 2017) kerana algebra melibatkan aritmetik. Ditambah pula dengan kegagalan pelajar mengaitkan pengetahuan baru dengan pengetahuan sedia ada di dalam minda (Fui & Lian, 2018; Mathaba, 2019; Zulnaidi, Oktavika, & Hulu, 2018) menjadi halangan kognitif untuk mereka menyusun semula cara mereka berfikir tentang sesuatu konsep. Miskonsepsi dan kesilapan yang bercambah dan berpanjangan menyebabkan ia sukar untuk dihapuskan daripada memori pelajar (Fui & Lian, 2018). Akibatnya, pelajar tidak dapat memetakan dengan baik pemahaman konseptual algebra di dalam minda mereka.

Selain konsep abstrak algebra itu sendiri, kaedah pengajaran guru juga boleh menjadi salah satu faktor kepada wujudnya miskonsepsi (Larbi & Mavis, 2016). Kaedah pengajaran dapat memberi kesan secara langsung terhadap aktiviti mental yang dialami pelajar. Seperti yang ditegaskan oleh Khalid, & Embong (2020), kekurangan kepelbagaian strategi pengajaran bagi gaya pembelajaran yang berbeza menyebabkan kesukaran kepada pelajar dalam memahami sesuatu konsep dan mendedahkan mereka kepada miskonsepsi.

Kaedah pengajaran algebra dengan menerapkan penjelmaan istilah algebra dan penghasilan pelbagai corak dapat menyokong keupayaan pelajar membuat generalisasi terhadap kedudukan yang tidak mereka ketahui (Wilkie & Clarke, 2016). Ia juga membantu meningkatkan kefahaman dan mengekalkannya di dalam minda pelajar (Aktaş, 2017). Selain penjelmaan istilah, pemahaman konsep juga dapat diwujudkan melalui perkaitan antara algebra dengan kehidupan seharian. Satu strategi yang dapat membantu mengaitkan algebra dengan kehidupan seharian manusia ialah penggunaan metafora.

## **METAFORA**

Metafora sangat bermanfaat bagi mempelajari konsep abstrak matematik. Contohnya, penggunaan suhu air di bawah  $0^{\circ}$  sebagai metafora bagi nombor negatif dan metafora bagi konsep persamaan linear menerusi penggunaan skala keseimbangan. Mengaitkan algebra dengan kehidupan menerusi metafora dapat mengukuhkan pemikiran logik pelajar.

Metafora merupakan alat mental (Sarina & Namukasa, 2010) dan alat dinamik (Eskandar, Bayrami, Vahedi, & Ansar, 2013) yang digunakan untuk menerangkan fenomena abstrak dan

kompleks, memberi kesan terhadap pemikiran manusia, memudahkan persepsi, membantu untuk mengungkapkan kepercayaan dan sikap yang tidak diperhatikan dan membantu menyusun tingkah laku manusia. Metafora juga merupakan model mental yang dapat menghubungkan antara dua fenomena yang tidak berkaitan (Moser, 2000). Oleh sebab itu, metafora dianggap berfungsi sebagai jambatan antara dua domain atau fenomena yang menghasilkan jalan menuju kepada kefahaman.

Sifat metafora yang dapat menentukan jejak konsep dalam fikiran manusia dengan penggunaan kata yang berbeza menjadi sebab ia semakin banyak digunakan dalam bidang Pendidikan. Tambahan pula, metafora merupakan pemetaan dan model mental yang mantap dalam menstruktur dan memahami dunia individu (Arslan, & Bayarkci 2006). Antara kajian menerusi metafora dalam bidang pendidikan ialah pembelajaran perakaunan (Osgerby, Marriott, & Gee, 2018; Taylor et al., 2017), pendidikan kesihatan (Landau, Arndt, & Cameron, 2018), dan konsep cahaya dalam pembelajaran sains (Rodriguez & Castro, 2016). Terdapat juga kajian menggunakan metafora berkaitan persepsi seperti kajian berkaitan dengan persepsi guru (Aktaş, 2017) dan persepsi pelajar terhadap pembelajaran (Thibodi, 2017).

Metafora menerusi perspektif kognitif, dapat memimpin pelajar membuat inferensi, mentafsir perwakilan, menjalin hubungan antara konsep, menghasilkan model konsep dan membuat kesimpulan umum (Gómez, 2019). Ia bermakna metafora dapat mengorganisasikan hubungan antara objek dan mencipta pemahaman mengenai objek tertentu melalui pemahaman mengenai objek lain (Fang & Lian, 2015). Akhirnya, penggunaan metafora dalam penyediaan bahan pengajaran dapat membantu mengurangkan miskonsepsi dan kesilapan pelajar bagi pembelajaran algebra.

## **METAFORA DAN ALGEBRA**

Metafora menjadi satu elemen bagi mempermudah pemahaman Algebra yang bersifat abstrak. Penggunaan metafora membantu penaakulan dalam proses penghujahan atau deduktif (Gómez, 2019) bagi konsep Algebra. Hasilnya, pemahaman tidak langsung konsep abstrak Algebra diperoleh. Keadaan tersebut menyebabkan metafora digunakan secara meluas dari peringkat awal pembelajaran sehingga ke peringkat universiti.

Walaupun terdapat metafora yang tidak sesuai dengan konteks matematik formal, namun ia masih boleh diwakilkan di dalam minda pelajar. Perwakilan metafora tersebut sebagai satu keperluan untuk membantu pelajar memahami konsep abstrak. Hal ini kerana pengalaman manusia akan menjadi corak berulang yang membentuk skema gambar (Parsons, 2018). Skema gambar yang dibentuk oleh struktur saraf akhirnya dapat dimanfaatkan untuk pemikiran abstrak. Skema gambar tersebut membolehkan pelajar berfikir dengan lebih mendalam dan kreatif (Osgerby et al., 2018).

Bagi pembelajaran Algebra, strategi metafora dapat mencipta hubungan konsep yang membolehkan penjelasan dapat difahami dalam jangka waktu yang singkat oleh setiap pelajar (Hendriana & Rohaeti, 2017). Tambahan lagi, metafora dapat menjelaskan maklumat yang tidak mampu diluahkan di dalam pembelajaran (Hong-bo & Wen-juan, 2010). Penggunaan metafora juga dapat membantu pelajar menguasai konsep baru, menghubungkan idea matematik, memperbaiki ingatan, pemahaman perwakilan matematik dan meningkatkan persekitaran pengiraan pelajar menerusi aktiviti penaakulan.

Kajian keberkesanan strategi metafora terhadap pembelajaran Algebra mendapati bahawa metafora dapat mengurangkan miskonsepsi algebra (Tooher & Johnson, 2020). Di samping itu,

kajian oleh Fang, & Lian (2015) mendapati bahawa penggunaan strategi metafora dapat meningkatkan pencapaian pelajar. Fang, & Lian turut menyatakan bahawa penggunaan strategi metafora dapat mewujudkan suasana pembelajaran yang menghiburkan dan menarik. Kajian Cuya (2017) pula menunjukkan peningkatan dalam pencapaian pelajar yang diajar menggunakan strategi algebra. Pengalaman pelajar dengan analogi bukan matematik juga memberi kesan signifikan terhadap sikap seperti lebih menghargai matematik kerana pelajar berupaya mengaitkan konsep abstrak matematik dengan pengalaman dalam kehidupan nyata.

Tuntasnya, metafora konseptual sangat penting dalam pembelajaran Matematik seperti Algebra. Ia dapat membentuk mekanisme kognitif yang digunakan oleh akal untuk menyusun objek Matematik. Akhirnya, penggunaan metafora sebagai alat pembelajaran semula jadi dapat membantu mengembangkan hierarki konsep yang dipelajari, lalu mengurangkan miskonsepsi.

### **MISKONSEPSI DAN SIKAP TERHADAP ALGEBRA**

Di sebalik pencapaian pelajar di dalam Algebra, sikap terhadap pembelajaran algebra memainkan peranan untuk mencapai kejayaan tersebut (Davadas & Lay, 2018). Sikap merupakan keupayaan seseorang pelajar memberikan tindak balas terhadap sesuatu idea atau situasi. Sikap positif terhadap algebra perlu dipupuk supaya pelajar akan merasa seronok untuk mempelajari algebra (Zakaria, 2009).

Pemupukan sikap positif sangat penting kerana algebra merupakan bahasa matematik yang menjadi prasyarat kepada pembelajaran Matematik dan Sains yang lebih tinggi seperti kalkulus, kimia dan fizik. Sikap yang positif terhadap algebra dapat membantu pelajar menyelesaikan permasalahan algebra yang merupakan sebahagian cabang utama Matematik yang mengutamakan struktur, hubungan dan kualiti. Sikap juga memberi kesan terhadap cara pelajar berinteraksi dengan persekitaran mereka. Ia bukan sekadar meningkatkan pencapaian, malah dapat mengurangkan miskonsepsi.

Walau bagaimanapun, kajian lepas mendapati pelajar menunjukkan sikap negatif seperti kebimbangan dan tidak minat terhadap pembelajaran algebra. Sikap negatif terjadi apabila pelajar kurang berkemahiran di dalam algebra akibat kesalahan yang terlalu banyak dilakukan ketika cuba menyelesaikan masalah algebra (Julius, Abdullah, & Suhairom, 2018). Tambahan pula, pelajar sering mengingati cara menyelesaikan permasalahan algebra tanpa mempelajari cara untuk menyelesaikan. Apabila pelajar belajar menggunakan teknik hafalan atau mengingat, pelajar tidak dapat mengaplikasikan pembelajaran algebra dalam kehidupan harian. Hal ini telah mengakibatkan kesan yang lebih buruk terhadap sikap dan emosi pelajar dalam mempelajari algebra (Norton, 2017).

Cheriton et al. (2019) mendapati bahawa sikap positif, iaitu keyakinan dan keseronokan terhadap matematik dapat mempengaruhi kesediaan pelajar untuk melakukan aktiviti matematik. Ia seterusnya membantu meningkatkan pencapaian matematik pelajar khususnya pembelajaran algebra. Hal ini menunjukkan bahawa terdapat korelasi antara sikap terhadap matematik dengan pencapaian pelajar (Davadas & Lay, 2018). Oleh hal yang demikian, kaedah pengajaran guru perlu diambil perhatian agar dapat menarik pelajar untuk mempelajari algebra dengan penerapan strategi metafora.

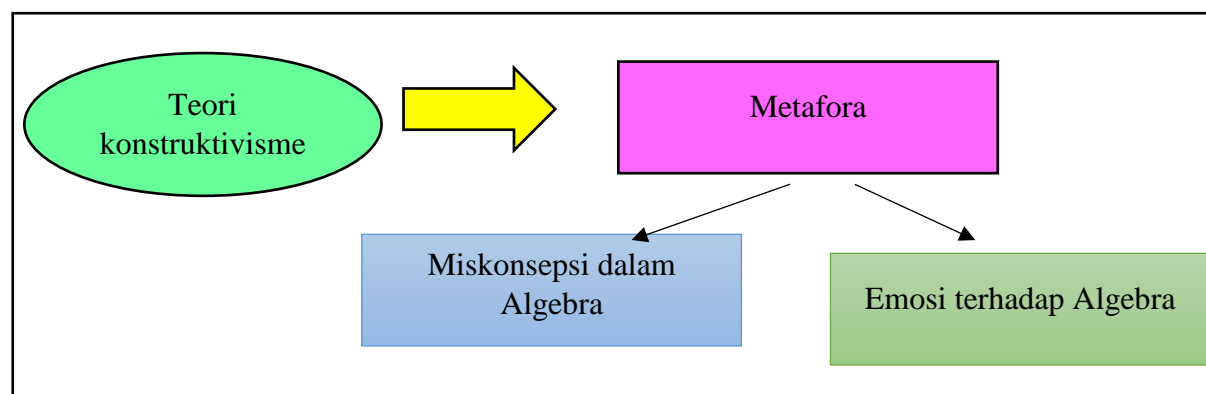
### **KERANGKA TEORETIKAL STRATEGI METAFORA**

Metafora berfungsi sebagai gambaran mental untuk memahami domain baru. Walaupun terdapat perkara yang tidak sesuai atau berkaitan dengan konteks algebra formal, namun metafora dapat

melambangkan konsep tersebut dalam minda pelajar. Penggunaan strategi metafora ini disokong oleh teori pembelajaran konstruktivisme. Hal ini kerana teori konstruktivisme merupakan pendekatan kognitif yang dapat membantu pelajar memahami sesuatu perkara apabila pengetahuan baru dikaitkan dengan pengetahuan terdahulu, kepercayaan dan pengalaman (Stavredes, 2011). Teori konstruktivisme juga dapat membantu memperjelaskan miskonsepsi dengan menunjukkan contoh bertentangan menerusi konsep yang lebih umum atau konkrit (Cakir, 2008).

Konsep yang lebih umum atau konkrit ini dapat dibina hasil daripada interaksi dengan rakan sebaya atau orang dewasa yang lebih berpengalaman (Erbil, 2020) menerusi strategi metafora. Ia seterusnya membantu pelajar menjadikan emosi mereka terhadap algebra lebih baik kerana komunikasi yang terjalin dapat menghasilkan sikap atau emosi positif terhadap pembelajaran. Apabila komunikasi terjalin, maka pelajar dapat menghubungkan kandungan pembelajaran secara bermakna serta memberi peluang kepada pelajar belajar menerusi kesilapan dan membuat pembetulan. Akhirnya, zon perkembangan proksimal dapat membuka minda pelajar untuk proses penaakulan.

Penggunaan metafora dapat membantu proses penaakulan yang menjadi tulang belakang dalam pembelajaran algebra. Ia juga membolehkan pelajar membangunkan pengetahuan baru berdasarkan pengetahuan sedia ada mereka menerusi pemetaan konsep sumber yang diketahui (domain sumber) dengan sasaran yang tidak diketahui (domain sasaran) (Keefer & Landau, 2016). Penggunaan domain sumber akan digunakan sebagai batu loncatan yang dapat membantu pelajar memberi makna kepada konsep abstrak algebra disebabkan oleh kesamaan antara domain sumber dan domain sasaran. Penggunaan metafora dapat meningkatkan motivasi dan sikap pelajar terhadap algebra yang mungkin membantu mengurangkan miskonsepsi dan sekali gus meningkatkan pencapaian di dalam matematik (Akçay, 2016). Maka, kerangka konsep dalam rajah 1 merujuk kepada tiga kepentingan utama melibatkan metafora, miskonsepsi dan emosi dengan mengambil kira teori konstruktivisme.



Rajah 1. Kerangka Teoretikal

Sumber: *The Use of Non-Math Analogies in Teaching Mathematics* oleh (Cuya, 2017)

Kerangka konsep berkenaan menunjukkan bahawa teori konstruktivisme dipertimbangkan dalam penggunaan metafora dalam pembelajaran algebra. Anak panah dalam rajah tersebut pembelajaran algebra berlaku melalui wacana yang melibatkan metafora. Penggunaan metafora tersebut berpunca daripada teori konstruktivisme. Penglibatan teori konstruktivisme di dalam metafora dapat merangsang penggunaan mental mereka untuk mempelajari konsep baru (sasaran) menerusi

pemindahan idea dari konsep sedia ada (analog/sumber). Rangsangan mental akan membantu pelajar melibatkan kemahiran berfikir, seterusnya membantu mengurangkan miskonsepsi. Ia juga dapat meningkatkan sikap dan emosi positif seperti rasa seronok di dalam pembelajaran Algebra.

### **CABARAN PENGAPLIKASIAN METAFORA**

Terdapat cabaran dalam mengaplikasikan metafora bagi pembelajaran algebra. Satu daripada cabaran tersebut ialah keupayaan menaakul. Penggunaan metafora dapat membantu pelajar yang mempunyai tahap kognitif yang rendah. Hal ini kerana pelajar yang masih berada pada tahap operasi konkrit atau pada tahap transisi kepada operasi formal memerlukan bantuan apabila berdepan dengan kognitif abstrak atau formal. Tahap kognitif yang rendah ini turut disumbangkan oleh sistem pendidikan berteraskan peperiksaan (Fah 2009) yang tidak menekankan pembangunan kemahiran berfikir, mementingkan silibus dapat dihabiskan tanpa memupuk kemahiran berfikir (Khalid & Embong, 2020) dan sistem penilaian sekolah yang hanya berfokus kepada pemerolehan kandungan pengetahuan (Eskandar et al., 2013). Maka, penggunaan metafora dapat membantu mengurangkan miskonsepsi.

Namun begitu, penggunaan metafora akan menjadi terhad sekiranya imaginasi visual dan penaakulan analogi pelajar rendah (Gable & Sherwood, 1980). Tambahan lagi, penggunaan metafora terhadap pelajar yang telah mencapai pembelajaran pada peringkat operasi formal akan mengakibatkan penambahan maklumat tidak diperlukan kerana mereka telah mempunyai kefahaman yang cukup bagi konsep sasaran (Thiele, & Treagust, 1991).

Selain cabaran dari segi keupayaan penaakulan, masa juga menjadi cabaran dalam pengaplikasian metafora. Walaupun penggunaan metafora dan analogi memerlukan masa yang sedikit panjang untuk diaplikasikan secara fleksibel, namun ia dapat membantu mempelajari konsep abstrak apabila pelajar telah yakin untuk menggunakan metafora (Mildenhall & Sherriff, 2018).

Bagi memastikan penggunaan metafora dapat membantu pelajar dalam mempelajari algebra dan menjimatkan masa, sikap berhati-hati perlu dipertimbangkan semasa perancangan penggunaan metafora di dalam pembelajaran. Pertimbangan terhadap sikap berhati-hati ini adalah disebabkan kepelbagaian gaya pembelajaran (Arni, 2019) dan perbezaan tahap kognitif pelajar (Celik, 2016). Tahap kognitif yang berbeza boleh menyebabkan kekeliruan bagi sesuatu konsep apabila metafora diguna pakai di dalam pembelajaran. Oleh itu, guru perlu mengambil kira strategi atau menerapkan beberapa langkah yang perlu diambil dalam menggunakan metafora.

### **STRATEGI PENGGUNAAN METAFORA**

Sikap berhati-hati dengan penggunaan metafora dapat dijayakan melalui model enam langkah pengajaran dengan analogi telah diperkenalkan oleh (Shawn M. Glynn, 1989). Enam langkah tersebut ialah i) memperkenalkan konsep sasaran, ii) mengingat konsep analog, iii) mengenal pasti ciri konsep yang serupa, iv) memetakan ciri serupa, v) membuat kesimpulan tentang konsep dan vi) menyatakan tempat analogi terhenti. Enam langkah tersebut penting dan sekiranya sebahagian langkah ditinggalkan, berkemungkinan pelajar gagal memahami konsep algebra dan menambahkan lagi miskonsepsi sedia ada.

Selain model enam langkah pengajaran dengan analogi, model Focus, Action, Reflection (FAR) (Treagust et al 1998) juga dapat membantu guru dalam menggunakan metafora untuk pengajaran. Perancangan pengajaran menggunakan metafora yang terperinci penting bagi memudahkan pemikiran metafora dalam kepelbagaian keperluan pelajar (Hendriana & Rohaeti,

2017). Perancangan pengajaran secara terperinci juga penting supaya ia dapat menyokong pembelajaran.

Tambahan lagi, metafora terbaik dapat dibina dengan cara penginterpretasi ciri analog dan sasaran yang sebanding dan tidak sebanding dengan jelas. Kaedah ini dapat memperkayakan lagi metafora dan menjadikannya lebih berkesan terhadap pemahaman pelajar (Mildenhall & Sherriff, 2018). Strategi-strategi ini akan dapat membantu guru menggunakan strategi metafora dengan baik yang dapat mengurangkan ketakutan dan meningkatkan keyakinan pelajar terhadap pembelajaran (Corpuz & Salandanan, 2007) dan motivasi untuk belajar (Setiawan, Mertasari, & Sukajaya, 2018).

## **KESIMPULAN**

Algebra merupakan suatu subjek atau disiplin yang sukar untuk dipelajari, difahami dan dihargai oleh kebanyakan pelajar disebabkan oleh konsep algebra yang bersifat abstrak. Namun begitu, kesukaran tersebut dapat dibantu dengan penggunaan kaedah pengajaran yang bersesuaian dengan tahap kognitif pelajar. Penggunaan metafora dengan arahan yang jelas diharap dapat membantu pelajar menghargai dan lebih memahami algebra serta mengurangkan miskonsepsi yang ditempuhi oleh mereka. Strategi ini juga dapat mengisi jurang pengetahuan baru dengan pengetahuan sedia ada mereka.

Strategi metafora dalam pembelajaran algebra perlu diperbanyakkan lagi kerana algebra merupakan suatu pembelajaran yang sangat abstrak. Selain itu, kajian akan datang dicadangkan agar dapat mereka bentuk bahan pengajaran yang mengandungi konsep metafora dalam pembelajaran matematik bagi mengatasi masalah pelajar dalam belajar dan memahami konsep algebra. Seterusnya, eksperimen dijalankan bagi melihat kesan penggunaan bahan tersebut ke atas miskonsepsi, pencapaian dan sikap pelajar terhadap algebra.

## **RUJUKAN**

- Abdullah, A. H., Yee, C. S., & Tze, W. J. (2017). Pencapaian Matematik TIMSS 1999 , 2003 , 2007 , 2011 dan 2015 : Di Mana Kedudukan Malaysia Dalam Kalangan Negara Negara Asia Tenggara ? (December).
- Adnan, M., & Jalil, N. S. (2016). KEUPAYAAN MURID CEMERLANG AKADEMIK TINGKATAN EMPAT DALAM MENYELESAIKAN MASALAH ALGEBRA BUKAN RUTIN. *Jurnal Pendidikan Sains & Matematik Malaysia*, 6(1), 58–67.
- Akçay, S. (2016). Analysis of analogy use in secondary education science textbooks in Turkey. 11(19), 1841–1851. <https://doi.org/10.5897/ERR2016.2984>
- Aktaş, G. S. (2017). Algebra is a Dream ? Is It a Game ? *Journal of Education and Practice*, 8(26), 45–56.
- Arni, N. C. (2019). Profil Berpikir Metaforis Siswa SMP Dalam Memecahkan Masalah Matematika Ditinjau Dari Gaya Kognitif. *Jurnal Ilmiah Soulmath: Jurnal Edukasi Pendidikan Matematika*, 7(2), 85. <https://doi.org/10.25139/smj.v7i2.1520>
- Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan, K. P. M. (2015). Analisis prestasi murid.
- Beeh, H., Rosjanuardi, R., & Jupri, A. (2018). Investigating the misconception of students in initial algebra. 3, 733–738.
- Cakir, M. (2008). Constructivist approaches to learning in science and their implication for science pedagogy: A literature review. *International Journal of Environmental and Science Education*, 3(4), 193–206.

- Celik, H. (2016). An Examination of Cross Sectional Change in Student's Metaphorical Perceptions towards Heat, Temperature and Energy Concepts. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(3), 229–245. <https://doi.org/10.18404/ijemst.86044>
- Cheriton, O., Horton, R., & Mark, W. (2019). Relationships between attitudes and performance in young children's mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 211–230.
- Cuya, R. G. (2017). The Use of Non-Math Analogies in Teaching Mathematics. 11(1), 18–42.
- Daud, Y., & Ayub, A. S. (2019). Student Error Analysis in Learning Algebraic Expression: A Study in Secondary School Putrajaya. 2615–2630. <https://doi.org/10.4236/ce.2019.1012189>
- Davadas, S. D., & Lay, Y. F. (2018). Factors affecting students' attitude toward mathematics: A structural equation modeling approach. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 517–529. <https://doi.org/10.12973/ejmste/80356>
- Erbil, D. G. (2020). A Review of Flipped Classroom and Cooperative Learning Method Within the Context of Vygotsky Theory. *Frontiers in Psychology*, 11(June). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01157>
- Eskandar, F.-A., Bayrami, M., Vahedi, S., & Ansar, V. A. A. (2013). The effect of instructional analogies in interaction with logical thinking ability on achievement and attitude toward chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(October 2013), 566–575. <https://doi.org/10.1039/C3RP00036B>
- Fang, L. B., & Lian, L. H. (2015). Kesan penggunaan strategi metafora dalam pembelajaran algebra dalam kalangan pelajar menengah rendah. *Jurnal Pendidikan Sains & Matematik Malaysia*, 5(2), 51–70.
- Fui, C. S., & Lian, L. H. (2018). The effect of computerized feedback on students' misconceptions in algebraic expression. *Pertanika Journal of Social Sciences and Humanities*, 26(3), 1387–1403.
- Gómez, A. (2019). Metaphors in textbooks of differential equations. *Journal of Physics: Conference Series*, 1414(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1414/1/012002>
- Hendriana, H., & Rohaeti, E. E. (2017). The importance of metaphorical thinking in the teaching of mathematics. *Current Science*, 113(11), 2160–2164. <https://doi.org/10.18520/cs/v113/i11/2160-2164>
- Julius, E., Abdullah, A. H., & Suhairom, N. (2018). Attitude of Students towards Solving Problems in Algebra: A Review of Nigeria Secondary Schools. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 8(1), 26–31. <https://doi.org/10.9790/7388-0801032631>
- Keefer, L. A., & Landau, M. J. (2016). Metaphor and analogy in everyday problem solving. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 7(6), 394–405. <https://doi.org/10.1002/wcs.1407>
- Khalid, M., & Embong, Z. (2020). Sources and Possible Causes of Errors and Misconceptions in Operations of Integers. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(2).
- Landau, M. J., Arndt, J., & Cameron, L. D. (2018). Do metaphors in health messages work? Exploring emotional and cognitive factors. *Journal of Experimental Social Psychology*, 74(September 2017), 135–149. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2017.09.006>
- Larbi, E., & Mavis, O. (2016). The Use of Manipulatives in Mathematics Education. *Journal of Education and Practice*, 7(36), 53–61.
- Mathaba, P. N. (2019). Errors and misconceptions related to learning algebra in the senior phase – grade 9. University of Zululand.
- Menia, M., Mudzakir, A., & Rochintaniawati, D. (2017). The effect of conceptual metaphors through guided inquiry on student's conceptual change. *AIP Conference Proceedings*, 1848(May). <https://doi.org/10.1063/1.4983977>



- Mildenhall, P., & Sherriff, B. (2018). Using multiple metaphors and multimodalities as a semiotic resource when teaching year 2 students computational strategies. *Mathematics Education Research Journal*, 30(4), 383–406. <https://doi.org/10.1007/s13394-017-0212-8>
- Molina, M., Rodríguez-Domingo, S., Cañadas, M. C., & Castro, E. (2017). Secondary School Students' Errors in the Translation of Algebraic Statements. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(6), 1137–1156. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9739-5>
- Moser, K. S. (2000). *Metaphor Analysis in Psychology — Method , Theory , and Fields of Application*. *Forum Qualitative Social Research*, 1(June 2000).
- Norton, S. (2017). Mathematics engagement in an Australian lower secondary school. 49(2), 169–190.
- Nur Zila, M. J., Effandi, Z., & Mohd Effendi@Ewan, M. M. (2020). Penggunaan Teknik Jubin Algebra Dalam Penguasaan Kemahiran Pendaraban Ungkapan Algebra Bagi Pelajar Tingkatan 2 (The Use Of Algebraic Tiles Techniques In Mastering Algebraic Multiplication Skills For Form 2 Students ). 1(3), 74–88.
- Osgerby, J., Marriott, P., & Gee, M. (2018). Accounting students perceptions of using visual metaphor as part of personal development planning : an exploratory case study. *Accounting Education*, 27(6), 570–589.
- Parsons, P. (2018). Conceptual Metaphor Theory as a Foundation for Communicative Visualization Design. *IEEE VIS 2018, Visualization for Communication (VisComm) Workshop*, (October 21).
- Rodriguez, J., & Castro, D. (2016). Changing 8-9 Year-Old Pupil ' s Mental Representations of Light : A Metaphor Based Teaching Approach. *Asian Education Studies*, 1(1), 41–47. <https://doi.org/10.20849/aes.v1i1.30>
- Sarina, V., & Namukasa, I. K. (2010). Nonmath analogies in teaching mathematics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 5738–5743. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.937>
- Setiawan, K. A., Mertasari, N. M. S., & Sukajaya, I. N. (2018). Pengaruh Pendekatan Metaphorical Thinking Terhadap Motivasi Dan Prestasi Belajar Matematika Siswa Kelas Vii Smp Negeri 1 Tejakula. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika Indonesia*, 7(2), 150–159.
- Shawn M. Glynn. (1989). Children's Comprehension of Text. In *Children's Comprehension of Text: Research into Practice* (pp. 185–204).
- Soylu, Y. (2011). Mistakes and misconceptions of elementary school students about the concept of ' variable. 15, 3322–3327. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.293>
- Taylor, M., Taylor, M., Marrone, M., Tayar, M., Mueller, B., Taylor, M., ... Digital, B. M. (2017). Digital storytelling and visual metaphor in lectures : a study of student Digital storytelling and visual metaphor in lectures : a study of student engagement. *Accounting Education*, 0(0), 1–18. <https://doi.org/10.1080/09639284.2017.1361848>
- Tooher, H., & Johnson, P. (2020). The role of analogies and anchors in addressing students' misconceptions with algebraic equations. *Issues in Educational Research*, 30(2), 756–781.
- Wilkie, K. J., & Clarke, D. M. (2016). Developing students' functional thinking in algebra through different visualisations of a growing pattern's structure. *Mathematics Education Research Journal*, 28(2), 223–243. <https://doi.org/10.1007/s13394-015-0146-y>
- Zakaria, E. (2009). Attitudes and Problem-Solving Skills in Algebra Among Malaysian Matriculation College Students. 8(2), 232–245.
- Zulnaidi, H., Oktavika, E., & Hulu, K. R. (2018). The Effect of Geogebra On Students' Misconceptions of Limit Function Topic. *Jurnal Kurikulum & Pengajaran Asia Pasifik*, 6(1), 1–6.