Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH) (e-ISSN : 2504-8562)
2023, Volume 8, Issue 9, e002504
DOI: https://doi.org/10.47405/mjssh.v8i9.2504

RESEARCH ARTICLE

Menjana Pemikiran Bermatematik Pelajar Pra-universiti Melalui Soalan Matematik Berbentuk Terbuka

(Generating Mathematical Thinking of Pre-University Students Through an Open-ended Mathematics Question)

Faieza Samat[1]*

[1]Pusat PERMATA@Pintar Negara, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia.
Email: faiezasamat@ukm.edu.my

CORRESPONDING AUTHOR (*):
Faieza Samat
(faiezasamat@ukm.edu.my)

KATA KUNCI:
Matematik
Pemikiran
Penyelesaian masalah

KEYWORDS:
Mathematics
Thinking
Problem-solving

CITATION:
Faieza Samat. (2023). Menjana Pemikiran Bermatematik Pelajar Pra-universiti Melalui Soalan Matematik Berbentuk Terbuka. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH), 8*(9), e002504.
https://doi.org/10.47405/mjssh.v8i9.2504

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti pemikiran bermatematik pelajar program pra-universiti di salah sebuah universiti di Malaysia. Pelajar diberikan tugasan yang mengandungi satu soalan penyelesaian masalah matematik berbentuk terbuka berkenaan konsep fungsi vektor. Satu jawapan terbaik yang ditulis oleh pelajar telah dipilih untuk dianalisis. Hasil daripada analisis tersebut menunjukkan bahawa pelajar menggunakan pendekatan heuristik dalam mencipta prosedur sendiri untuk mendapatkan jawapan. Ini membuktikan bahawa pemikiran bermatematik yang kreatif wujud di kalangan pelajar pra-universiti. Kesimpulannya, pemikiran bermatematik pelajar pra-universiti boleh digilap dengan menggunakan soalan penyelesaian matematik berbentuk terbuka dalam usaha untuk meningkatkan lagi keupayaan mereka dalam pembelajaran.

ABSTRACT

This study aims to identify the mathematical thinking of students enrolled in a pre-university program at one of the universities in Malaysia. Students are given a task that contains an open-ended mathematical problem-solving question regarding the concept of vector functions. One best answer written by the students was selected for analysis. The results of the analysis show that the students use a heuristic approach to create their own procedure to get the answer. This proves that creative mathematical thinking exists among pre-university students. In conclusion, the mathematical thinking of pre-university students can be enhanced by using open-ended mathematical problem-solving questions in an effort to further improve their ability in learning.

Sumbangan/Keaslian: Kajian ini adalah salah satu daripada kajian yang telah menyiasat pemikiran bermatematik pelajar peringkat lepasan sekolah menengah di Malaysia dalam menyelesaikan masalah matematik.

1. Pengenalan

Umumnya, di peringkat sekolah, soalan matematik dilihat sebagai soalan berbentuk pengiraan dan mempunyai satu jawapan. Biasanya soalan sebegini memerlukan pelajar memahami konsep atau formula tertentu, dan kemudiannya menulis langkah kerja sehingga mendapat satu jawapan akhir. Sebagai contoh, bagi soalan mencari luas segi tiga, pelajar perlu mengetahui formula luas segi tiga, kemudian menggunakan informasi yang diberikan dalam soalan untuk mencari luas. Soalan mencari luas ini boleh diubah menjadi soalan berbentuk penyelesaian masalah yang berkaitan dengan kehidupan seharian yang memerlukan kemahiran berfikir yang lebih mendalam di kalangan pelajar. Dreyfus dan Eisenberg (1996) menyatakan bahawa, takrifan mudah bagi pemikiran bermatematik adalah proses pemikiran yang digunakan dalam menyelesaikan masalah matematik. Proses pemikiran ini hendaklah disertai dengan hujah yang elegan dan cantik iaitu pendek kata masalah matematik tidak diselesaikan dengan membuta tuli.

Terdapat perbezaan antara pemikiran bermatematik yang menjadi matlamat pembelajaran di sekolah dengan pemikiran bermatematik di universiti. Pemikiran bermatematik di peringkat sekolah lebih menumpukan perhatian kepada proses pelajar mendapat jawapan mengikut konsep dan prosedur yang telah dipelajari. Manakala di universiti, pemikiran bermatematik di peringkat sekolah diperkaya dengan konsep yang lebih elegan dan hujah yang cantik atau kompleks. Tall (1997) menyatakan:

> *"At school the accent is on computations and manipulation of symbols to "get an answer", using graphs to provide imagery to suggest properties. At university there is a bifurcation between technical mathematics that follows this style (with increasingly sophisticated techniques) and formal mathematics, which seeks to place the theory on a systematic, axiomatic basis. There is a broad spectrum of student thinking styles, partly genetic, partly influenced by social experience and teaching, which predispose students to different kinds of learning techniques."* (Tall, 1997)

Kurikulum matematik sekolah menengah di Malaysia mempunyai matlamat tersendiri iaitu untuk melahirkan individu yang berpemikiran matematik yang dapat menggunakan pengetahuan matematik mereka secara berkesan dalam kehidupan harian (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2000). Sejajar dengan matlamat ini, antara objektif yang digariskan ialah mengaplikasikan pengetahuan dan kemahiran matematik dalam menyelesaikan masalah dan membuat keputusan (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2000). Tidak semua pelajar yang cemerlang dalam matematik di sekolah boleh meneruskan kecemerlangan matematik di peringkat universiti. Masalah yang dihadapi oleh pelajar ini adalah berkaitan dengan perubahan identiti matematik yang dipercayai oleh mereka (Hernandez-Martinez et al., 2011). Selain itu, Geisler dan Rolka (2021) menyatakan bahawa ramai pelajar cemerlang mempunyai pandangan berbeza terhadap matematik ketika dalam laluan ke universiti. Mereka merasakan bahawa kebolehan mereka dalam matematik tiba-tiba berkurang dan akibatnya mereka membina emosi negatif dalam pembelajaran di universiti. Oleh yang demikian, kemahiran berfikir pelajar dalam penyelesaian masalah matematik wajar dimantapkan di peringkat transisi iaitu pra-universiti bagi membolehkan pelajar mencapai kecemerlangan dalam kursus-kursus matematik atau yang berkaitan matematik semasa di universiti. Kajian ini ingin mengenal pasti proses pemikiran pelajar pra-universiti dalam menyelesaikan masalah matematik berbentuk terbuka. Dapatan kajian ini boleh dijadikan petunjuk tahap pemikiran matematik pelajar yang telah melalui alam persekolahan peringkat menengah, yang seterusnya dapat dijadikan panduan oleh tenaga pengajar dalam memperbaiki mutu pengajaran dan pembelajaran matematik pra-universiti. Soalan kajian adalah bagaimanakah pelajar menyelesaikan soalan matematik berbentuk terbuka?

2. Sorotan Literatur

Umumnya, pelajar mempunyai pelbagai latar belakang dan kebolehan dalam mencari perkaitan, menentukan corak, membuat konjektur dan seumpamanya demi menyelesaikan suatu masalah matematik. Kebolehan menjana idea yang disebut sebagai kreativiti perlu ada dalam menyelesaikan masalah matematik yang bersifat terbuka. Ervynck (1991) menerangkan kreativiti dalam matematik terbahagi kepada tiga tahap. Tahap pertama adalah teknikal atau aplikasi petua dan prosedur matematik tanpa pengetahuan atau kesedaran tentang asas teori. Tahap kedua adalah aktiviti melakukan teknik matematik dengan mengaplikasikan algoritma secara berulang-ulang. Tahap ketiga adalah aktiviti kreativiti dalam matematik yang sebenar dan ia dirujuk sebagai aktiviti konsep dan konstruktif. Dalam tahap ini, pembuatan keputusan berlaku tanpa algoritma tertentu dan proses pembuatan keputusan tersebut selalunya melibatkan pilihan. Menurut Sriraman (2004) proses menyelesaikan masalah matematik secara heuristik boleh dikategorikan sebagai proses membuat keputusan tanpa algoritma. Pemikiran pelajar ketika melakukan aktiviti bermatematik perlu dipupuk agar kebolehan mereka dapat ditingkatkan daripada tahap satu iaitu hanya boleh mengaplikasikan prosedur matematik hinggalah ke tahap tiga iaitu boleh menyelesaikan masalah matematik secara heuristik.

Kebanyakan pelajar cenderung untuk menyelesaikan masalah matematik mengikut apa yang diajar, kurang kreatif dan mudah putus asa apabila diberikan masalah matematik bukan rutin. Kajian yang dijalankan oleh Siswono (2004) dalam mengenal pasti proses pemikiran kreatif pelajar sekolah menengah di Surabaya menunjukkan bahawa kebanyakan pelajar tidak memahami arahan yang diberi dalam soalan kerana soalan yang diberi tidak popular di kalangan pelajar. Oleh yang demikian, bagi meningkatkan kualiti pembelajaran, dorongan dan sokongan guru adalah penting. Doerr (2006) mengkaji interpretasi dan dorongan seorang guru terhadap pemikiran matematik pelajar ketika pelajar menyelesaikan tugasan dalam bilik darjah. Dalam kajian beliau, guru berfikiran terbuka dalam menerima pelbagai idea berkualiti daripada pelajar dan tidak bertindak sebagai penilai. Selain itu, guru tidak mengongkong pelajar untuk mengikut jalan pemikirannya, akan tetapi menggalakkan pelajar untuk berusaha bersungguh-sungguh dengan menggunakan pengetahuan yang ada untuk memperoleh jawapan.

3. Metod Kajian

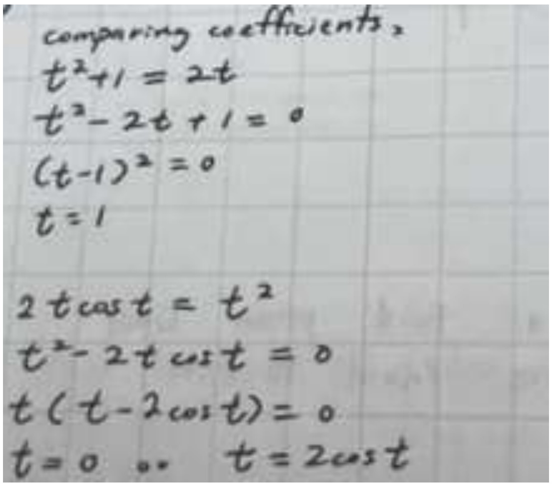
Kajian ini berbentuk kualitatif dengan menggunakan kaedah analisis dokumen untuk mendapatkan data. Tugasan pelajar bagi kursus Kalkulus Vektor program pra-universiti di sebuah universiti di Malaysia, dipilih sebagai dokumen. Tugasan ini mengandungi tujuh (7) soalan yang merangkumi topik-topik yang diajar dalam kursus Kalkulus Vektor manakala pelajar dikehendaki menjawab semua soalan secara berkumpulan. Satu bentuk jawapan pelajar terbaik bagi satu petikan soalan berbentuk terbuka di bawah dipilih untuk dianalisis. Soalan terbuka ini telah dibina berdasarkan konsep fungsi vektor pada aras 6 Taksonomi Bloom. Bagi menjawab soalan ini, pelajar tidak diberikan petunjuk namun pelajar dikehendaki membuat pemerhatian melalui trajektori fungsi tersebut dengan menggunakan perisian atas talian yang dicadangkan oleh tenaga pengajar.

> Petikan soalan: Trajektori bagi dua ekor pepatung diberikan oleh fungsi vektor berikut
> ("*The trajectories of two dragonflies are given by the following vector functions*")
>
> $$\boldsymbol{r}_1(t) = (t^2+1)\boldsymbol{i} + 2t\,cos(t)\boldsymbol{j} + 2t\,sin(t)\boldsymbol{k}$$
> $$\boldsymbol{r}_2(t) = 2t\boldsymbol{i} + t^2\boldsymbol{j} + t^3\,\boldsymbol{k}$$
>
> ...ubah suai satu daripada fungsi-fungsi vektor untuk menghasilkan pelanggaran di antara dua pepatung itu berlaku pada t = 1. *("...adjust one of the vector functions to make the collision between the two dragonflies happens* at t = 1).

4. Hasil Kajian

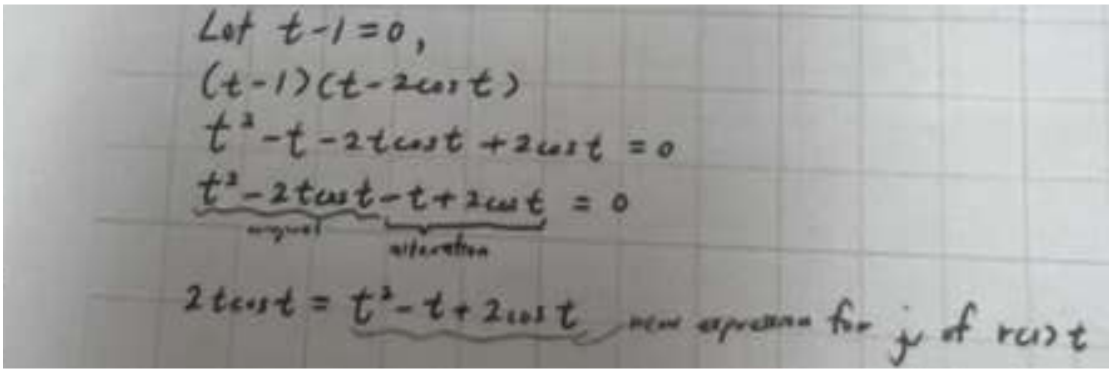
Langkah pertama yang dilakukan pelajar ialah membandingkan komponen vektor. Rajah 1 menunjukkan jalan kerja pelajar dalam membandingkan komponen **i** dan **j** bagi fungsi-fungsi vektor yang diberikan dalam soalan. Berdasarkan Rajah 1, istilah yang digunakan pelajar adalah "*coefficients*" (pekali). Istilah yang digunakan tidak tepat. Membandingkan komponen vektor ini penting bagi memberikan idea kasar kepada pelajar tentang kewujudan nilai t yang sama bagi kedua-dua fungsi vektor. Langkah kedua adalah pelajar cuba menentukan nilai t untuk setiap komponen vektor.

Rajah 1: Pelajar membandingkan komponen i dan j



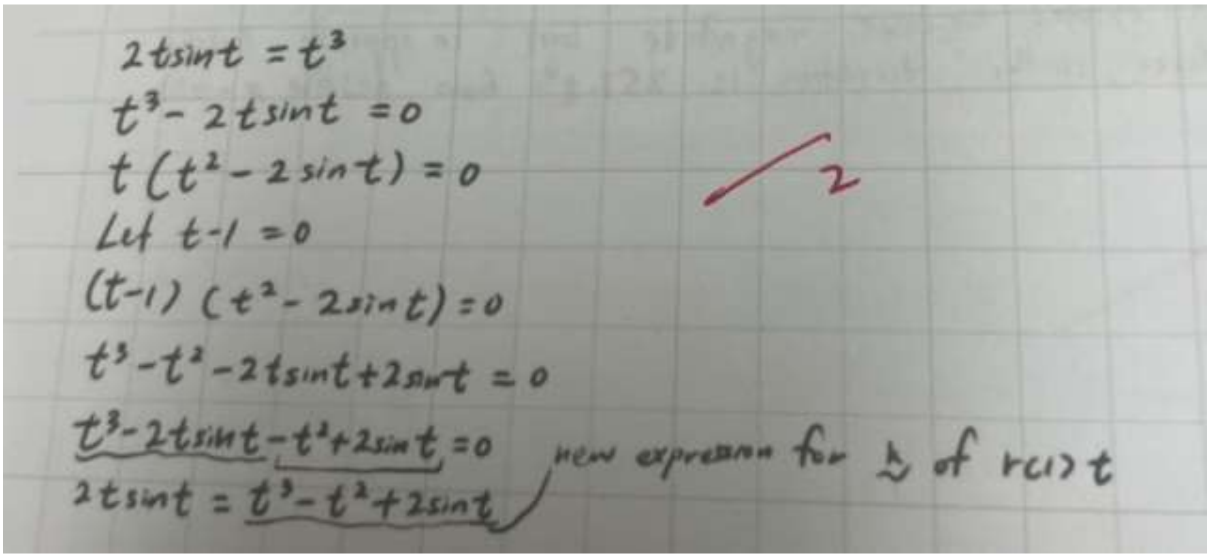
Bagi komponen **i**, pelajar memperoleh nilai t = 1. Bagi komponen **j**, pelajar memperoleh nilai t = 0, t = 2 cos(t). Jadi, pelajar membuat andaian t – 1 = 0, seperti yang dinyatakan dalam Rajah 2. Berdasarkan andaian ini, $t(t-2\cos(t)) = 0$ diubah kepada $(t-1)(t-2\cos(t)) = 0$. Selepas pengembangan, pelajar mengkelaskan ungkapan yang terhasil kepada dua jenis iaitu $t^2 - 2t\cos(t)$ dan $-t + 2\cos(t)$. Ungkapan $t^2 - 2t\cos(t)$ adalah sama seperti ungkapan yang terhasil apabila membandingkan komponen **j**. Manakala ungkapan $-t + 2\cos(t)$ adalah ungkapan yang terhasil akibat daripada andaian t – 1 = 0. Seterusnya, pelajar mendapatkan semula komponen **j** bagi $\mathbf{r}_1(t)$ dengan meletakkan ungkapan $2t\cos(t)$ tersebut di sebelah kiri persamaan, dan oleh yang demikian ungkapan yang muncul di sebelah kanan persamaan adalah komponen **j** yang baharu bagi $\mathbf{r}_2(t)$. Dalam hal ini, pelajar melakukan pengubahsuaian kepada komponen **j** bagi $\mathbf{r}_2(t)$ dengan meletakkan andaian $t - 1 = 0$.

Rajah 2: Pelajar melakukan pengubahsuaian bagi komponen j



Rajah 3 menunjukkan jalan kerja pelajar dalam melakukan pengubahsuaian bagi komponen **k**. Bagi komponen **k** ini, pelajar tidak berusaha untuk mendapatkan nilai t, akan tetapi berhenti selepas menfaktorkan $t^3 - 2t\sin(t)$ kepada $t(t^2 - 2\sin(t))$. Hal ini mungkin disebabkan pelajar telah mengambil iktibar daripada langkah sebelum ini bahawa penentuan nilai t sebenarnya tidak perlu dilakukan bagi mendapatkan jawapan. Kemudian, pelajar membuat andaian $t - 1 = 0$ dan mengubah ungkapan $t(t^2 - 2\sin(t))$ kepada $(t-1)(t^2 - 2\sin(t))$. Selepas pengembangan, pelajar mengkelaskan ungkapan yang terhasil kepada dua jenis iaitu $t^3 - 2t\sin(t)$ dan $-t^2 + 2\sin(t)$. Ungkapan $t^3 - 2t\sin(t)$ adalah sama seperti ungkapan yang terhasil apabila membandingkan komponen **k**. Manakala ungkapan $-t^2 + 2\sin(t)$ adalah ungkapan yang terhasil akibat daripada andaian $t - 1 = 0$. Akhir sekali pelajar mendapatkan semula komponen **k** bagi $\mathbf{r}_1(t)$. Ungkapan tersebut diletakkan di sebelah kiri persamaan. Ungkapan yang muncul di sebelah kanan persamaan adalah komponen **k** yang baharu bagi $\mathbf{r}_2(t)$.

Rajah 3: Pelajar melakukan pengubahsuaian bagi komponen k



Oleh yang demikian, pelajar memperoleh pengubahsuaian bagi $\mathbf{r}_2(t)$ berikut:

$$r_1(t) = (t^2+1)\underset{\sim}{i} + 2t\cos(t)\underset{\sim}{j} + 2t\sin(t)\underset{\sim}{k}$$
$$r_2(t) = 2t\underset{\sim}{i} + (t^2-t+2\cos t)\underset{\sim}{j} + (t^3-t^2+2\sin t)\underset{\sim}{k}$$

5. Perbincangan Kajian

Bentuk jawapan pelajar menunjukkan bahawa pelajar cuba mencipta prosedur tersendiri dalam menghasilkan fungsi vektor yang baharu bagi memenuhi kriteria yang diberikan dalam soalan. Kriteria penting yang perlu difahami oleh pelajar ialah bahawa kedua-dua trajektori fungsi vektor tersebut bersilang pada nilai $t = 1$. Kriteria ini memberikan idea kepada pelajar bahawa kedudukan pepatung mestilah sama pada waktu pelanggaran. Sewaktu di sekolah, pelajar biasanya diajar dengan prosedur tertentu bagi menyelesaikan masalah matematik rutin. Prosedur ini dimantapkan dengan latih tubi dengan pelbagai bentuk soalan matematik rutin yang mempunyai satu jawapan. Dalam hal ini, bentuk jawapan pelajar menunjukkan bahawa pelajar telah berfikir di luar kebiasaan iaitu menggunakan kriteria yang diberikan dalam soalan untuk menghasilkan prosedur tersendiri. Pendekatan heuristik dapat dilihat iaitu untuk menggunakan kriteria yang diberikan, pelajar telah membuat andaian bahawa $t - 1$ sama dengan sifar. Jika difahami mengikut kriteria Ervynck (1991), pelajar mempamerkan pemikiran tahap ketiga. Namun, ini bukanlah bermakna pelajar telah mempunyai kemahiran berfikir dan perkaitan mental yang sangat baik dan boleh dikembangkan lagi dengan lebih banyak melakukan aktiviti bermatematik yang kreatif. Menurut Tall (1997), pelajar mungkin boleh menyelesaikan masalah yang kompleks, akan tetapi menghadapi beban mental yang lebih berat pada masa yang sama, dan kembali merutinkan matematik bagi membolehkan mereka memperoleh jawapan. Keadaan ini tidak mendorong pelajar untuk berfikir dan membuat perkaitan yang lebih baik pada masa hadapan kerana kepercayaan pelajar masih tertutup dengan prosedur tertentu bagi menyelesaikan soalan matematik. Namun suatu yang positif di sini bahawa dengan memberikan soalan matematik berbentuk terbuka, pemikiran bermatematik yang kreatif dapat dizahirkan.

6. Kesimpulan

Dapatan kajian menunjukkan bahawa pelajar memahami dengan mendalam tentang pengetahuan yang telah dipelajari. Selain itu, pelajar juga telah menyusun jalan kerja agar membentuk suatu prosedur yang mudah untuk diikuti. Sebagai kesimpulan, pemikiran bermatematik yang kreatif dapat digilap dengan menggunakan soalan penyelesaian matematik berbentuk terbuka. Pemikiran bermatematik adalah suatu elemen yang penting demi meningkatkan lagi keupayaan pembelajaran pelajar dalam kursus-kursus matematik atau yang berkaitan matematik. Kajian ini terdapat limitasi iaitu dapatan kajian adalah terhad kepada pelajar program pra-universiti dan berdasarkan jawapan bagi satu soalan saja. Soalan tersebut telah dibina berdasarkan pengetahuan tenaga pengajar berdasarkan kemampuan pelajar secara umum dan boleh diperbaiki lagi untuk menghasilkan pembelajaran yang lebih berkualiti.

Kelulusan Etika dan Persetujuan untuk Menyertai Kajian (*Ethics Approval and Consent to Participate*)

Penyelidik menggunakan garis panduan etika penyelidikan yang disediakan oleh Jawatankuasa Etika Penyelidikan Universiti Kebangsaan Malaysia (RECUKM). Dokumen yang dianalisis adalah dokumen yang disimpan oleh penyelidik sendiri dan bukan merupakan dokumen persendirian milik individu tertentu. Pelajar secara umum telah maklum bahawa tugasan mereka boleh digunakan untuk penyelidikan.

Penghargaan (*Acknowledgement*)

Terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kerjasama dalam penulisan makalah ini.

Kewangan (*Funding*)

Penerbitan ini tidak menerima sebarang peruntukan kewangan

Konflik Kepentingan (*Conflict of Interest*)

Penulis tidak mempunyai konflik kepentingan.

Rujukan

Doerr, H.M. (2006). Examining the Tasks of Teaching When Using Students' Mathematical Thinking. *Educ Stud Math,* 62, 3–24. https://doi.org/10.1007/s10649-006-4437-9

Dreyfus, T., & Eisenberg, T. (1996). On different facets of mathematical thinking. In Mathematical thinking. *The nature of mathematical thinking*, edited by Robert Sternberg & Talia Ben-Zeev: Routledge: New York. page 253-284.

Ervynck, G. (1991). Mathematical creativity. In D. Tall (Ed.), *Advanced mathematical thinking* (pp. 4253). Dordrecht: Kluwer.

Geisler, S., & Rolka, K. (2021). “That wasn’t the math I wanted to do!”—Students’ beliefs during the transition from school to university mathematics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 599–618. https://doi.org/10.1007/s10763-020-10072-y

Hernandez-Martinez, P., Williams, J., Black, L., Davis, P., Pampaka, M., & Wake, G. (2011). Students’ views on their transition from school to college mathematics: Rethinking ‘transition’ as an issue of identity. *Research in Mathematics Education*, *13*(2), 119–130. https://doi.org/10.1080/14794802. 2011.585824

Kementerian Pendidikan Malaysia (2000). *Sukatan pelajaran kurikulum bersepadu sekolah menengah*. Pusat Perkembangan Kurikulum, Kementerian Pendidikan Malaysia.

Siswono, T. Y. E. (2004, October). Identifying creative thinking process of students through mathematics problem posing. *International Conference on Statistics and Mathematics and Its Application in the Development of Science and Technology, Universitas Islam Bandung* (pp. 4-6).

Sriraman, B. (2004). The characteristics of mathematical creativity. *The Mathematics Educator*, *14*(1), 19-34.

Tall, D. O. (1997, July). From school to university: The transition from elementary to advanced mathematical thinking. In *Proceedings of the 7th conference of the Australasian bridging mathematics network* (pp. 1-20). New Zealand: Auckland.