
Aktifitas *Math Trail* Berbantuan Aplikasi *Mobile* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika

Arif Rahman Hakim^{a,*}, Mohammad Asikin^b, Adi Nur Cahyono^c

^a Pascasarjana Universitas Negeri Semarang, Semarang

* Alamat Surel: arif.rahman4696@gmail.com

Abstrak

Kemampuan memecahkan masalah dalam dunia nyata merupakan hal yang sangat bernilai, baik dalam pekerjaan maupun dalam keseharian. Pemecahan masalah matematika dapat dilatihkan dengan mengenalkan siswa pada masalah *non-routine* yang berhubungan dengan dunia nyata. Salah satu aktifitas pembelajaran yang dapat mengakomodasi pengaitan pembelajaran dan dunia nyata adalah *math trail*. Aktifitas pembelajaran matematika ini merupakan aktifitas pembelajaran di luar kelas dalam rangka mengeksplorasi dan mengamati lebih mendalam serta memecahkan masalah matematika secara nyata di lingkungan luar kelas yang dilengkapi rute penjelajahan dan peta sederhana untuk menemukan matematika. Pemberian rute sekaligus pemberian masalah akan menggunakan aplikasi *mobile MathCityMap* yang termasuk didalamnya koordinat tempat masalah, foto objek masalah, permasalahan, rincian alat yang diperlukan dalam menyelesaikan masalah, bantuan, tempat pengisian jawaban, sekaligus evaluasi hasil dan pemberian umpan balik. Guru berperan penting dalam aktifitas ini sebagai *trailblazer* atau pembuat rute, pencari masalah yang bersifat *non-routine* dan berdasarkan masalah asli di lapangan, juga memberikan *scaffolding* dan umpan balik dalam aplikasi *MathCityMap*. Kemudian siswa akan berperan menjadi *trailwalker* yang akan mengikuti rute yang telah dibuat oleh *trailblazer* dan memecahkan masalah yang ada menggunakan alat-alat yang telah disebutkan dalam *MathCityMap* sekaligus mengisikan jawaban permasalahan kedalamnya. Diharapkan dengan aktifitas *math trail* berbantuan aplikasi *mobile MathCityMap*, mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa.

Kata kunci:

Math Trail, *MathCityMap*, Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika

© 2019 Dipublikasikan oleh Universitas Negeri Semarang

1. Pendahuluan

Salah satu kemampuan dalam bidang matematika yang sangat penting dimiliki adalah kemampuan pemecahan masalah, yaitu kemampuan mengaplikasikan pengetahuan dan keterampilan matematika dalam memecahkan masalah kehidupan sehari-hari (Erdem-keklik, 2013; Osman *et al.*, 2018). Kemampuan pemecahan masalah sangat erat hubungannya dengan kehidupan dan digunakan dengan intensitas yang sangat tinggi (Lisesi, 2017). Kesadaran akan munculnya berbagai masalah dalam kehidupan sehari-hari menjadikan kemampuan pemecahan masalah merupakan hal yang penting untuk diperhatikan dalam pembelajaran (Özreçberoglu & Çağanağa, 2018). Sehingga, melatih dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah melalui pembelajaran harus dilakukan untuk membekali siswa dalam memecahkan masalah di dunia nyata.

Masalah dalam dunia nyata cenderung tidak terstruktur, kompleks, juga beragam, dan kurangnya pengetahuan dan praktik pemecahan masalah dengan konteks dunia nyata dalam kelas menjadi salah satu alasan kurangnya kemampuan pemecahan masalah siswa (Yu, Fan, & Lin, 2015). Tantangan dalam mengajarkan kemampuan pemecahan masalah adalah menyediakan konteks pemecahan masalah yang autentik (Shute & Emihovich, 2018). Sedangkan selama ini masalah-masalah yang digunakan dalam pembelajaran, berbeda dengan yang ada di dunia nyata yang bersifat tidak terbatas dan membutuhkan penyelesaian unik (Chaudhry & Rasool, 2012). Sehingga diperlukan pembelajaran yang berkaitan dengan konteks dunia nyata yang mengakomodasi seluruh karakteristik masalahnya.

To cite this article:

Hakim, A. R., Asikin, M., & Cahyono, A. N. (2019). Aktifitas *Math Trail* Berbantuan Aplikasi *Mobile* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana UNNES, 910-914*

Pengaitan konteks dunia nyata dalam pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan lingkungan pembelajaran luar ruangan. Pembelajaran luar ruangan memungkinkan untuk membangun pengetahuan matematika lewat perspektif konstruktifisme psikologi dan kultur sosial, juga membantu siswa merasa lebih terhubung dengan dunia disekitarnya (Moss, 2009). Dampak yang paling besar dari penggunaan pembelajaran di luar ruangan adalah pembelajaran lebih mudah diingat dan hal ini memudahkan siswa untuk membangun pengetahuannya lebih jauh (Broda, 2002). Pembelajaran luar ruangan membuat siswa menemukan hubungan matematika dan ilmu lain disertai aplikasinya dalam dunia nyata (Adi Nur Cahyono, 2018). Salah satu aktifitas pembelajaran yang membawa siswa untuk keluar kelas dengan menciptakan atmosfer yang menantang dan mengeksplorasi adalah *math trail* (Adi Nur Cahyono, Ludwig, & Marée, 2015).

Pembelajaran matematika melalui *math trail* mengarahkan siswa untuk menyelesaikan masalah dalam dunia nyata dan meningkatkan kreatifitas, inovasi, dan kekritisian dalam berpikir (Barbosa & Vale, 2016). *Math trail* didesain memanfaatkan segala sesuatu di sekitar untuk menghasilkan sebuah masalah menarik dan menantang untuk dipecahkan (Shoaf, Pollak, & Schneider, 2004). Sehingga, aktifitas *math trail* diharapkan mampu menunjang peningkatan kemampuan pemecahan masalah yang membutuhkan pengaitan antara pembelajaran dan masalah di dunia nyata, masalah yang bersifat *non-routine* sekaligus memotivasi siswa dalam belajar.

Telah dikembangkan sebuah aplikasi *mobile* berbasis GPS untuk menunjang aktifitas *math trail* yaitu *MathCityMap* (Ludwig & Jesberg, 2015). *MathCityMap* membawa siswa untuk menyelesaikan masalah di luar kelas tempat masalah tersebut berasal dan masalah dapat ditemukan hampir disetiap tempat dan ide masalah dapat ditemukan dengan mudah bergantung pada ketajaman penglihatan matematika seseorang (Adi Nur Cahyono et al., 2015). Tujuan utama dari aplikasi *MathCityMap* adalah untuk membawa siswa ke titik masalah dan menyelesaikan masalah yang diberikan dengan melakukan observasi langsung, sekaligus termasuk didalam aplikasi, bantuan-bantuan yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah (Adi Nur Cahyono, 2018). Sehingga dengan aktifitas *math trail* berbantuan aplikasi *mobile MathCityMap* diharapkan mampu untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa.

1.1. *Math Trail*

Math trail diperkenalkan oleh Dudley Blane pada 1985 dengan membuat rute perjalanan di tengah kota Melbourne sebagai aktifitas liburan bagi keluarga (Shoaf et al., 2004). Tujuan awal dibuatnya *math trail* adalah untuk mempopulerkan matematika, namun keuntungannya sekarang dapat digunakan untuk mengaplikasikan matematika di kehidupan nyata dalam situasi otentik yaitu merupakan situasi yang secara jujur dapat terjadi dikehidupan nyata (Gurjanow et al, 2019). *Math trail* menjadi penting untuk dilakukan didasarkan pada beberapa alasan, yaitu menambahkan perasaan senang dan tertantang dalam belajar topik matematika; menawarkan penilaian alternatif selain penilaian formal tertulis, dan menstimulasi siswa yang sebelumnya mengalami kesulitan dalam matematika dengan menyajikan matematika dalam perspektif yang berbeda (Chen, 2013).

Math trail merupakan aktifitas pembelajaran luar ruangan yang mengikuti sebuah rute yang telah dibuat dan siswa menyelesaikan masalah-masalah yang terdapat pada titik-titik pemberhentian yang ada (Barbosa & Vale, 2016). Seorang pembuat rute disebut sebagai *trailblazer*, dan yang mengikuti rute disebut sebagai *trail walker* sedangkan aktifitas mengikuti rute disebut *trailblazing* (Shoaf et al., 2004). Aktifitas *math trail* dapat dilakukan disemua tempat, baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan selama tempat tersebut memberikan kebebasan bagi siswa untuk menjelajah (Moffett, 2011). Pada proses pembelajaran, guru dapat berperan sebagai *trailblazer* dan siswa sebagai *trail walker*, tidak harus berada ditempat yang jauh, *math trail* juga dapat dilakukan di area sekolah dan sekitarnya.

1.2. *Aplikasi Mobile : MathCityMap*

Dunia *mobile* sedang berkembang sangat pesat dan mempengaruhi kehidupan secara luas, termasuk dalam dunia pendidikan (Lankshear & Knobel, 2006, p. 181). Keuntungan dari perangkat *mobile* adalah kemudahan untuk mengakses internet darimanapun dan kapanpun (Adi Nur Cahyono & Miftahudin, 2018). Sekarang ini, telah banyak dikembangkan aplikasi *mobile* yang ditujukan untuk pembelajaran pada domain pengetahuan yang bervariasi (Oranç & Küntay, 2019). Salah satu aplikasi yang tersedia di *Playstore* dan *Appstore* yang ditujukan untuk pembelajaran matematika adalah *MathCityMap*. Aplikasi *MathCityMap* merupakan hasil kombinasi antara konsep *math trail* dan teknologi informasi dalam ranah pendidikan (Adi Nur Cahyono et al., 2015). *MathCityMap* merupakan aplikasi yang dikembangkan oleh tim MATIS I dari Goethe University Frankfurt, Jerman (Adi Nur Cahyono et al., 2015). Ide utama dari pengembangan *MathCityMap* adalah untuk memberikan perspektif dan pengalaman berbeda dalam belajar matematika (Gurjanow et al., 2019).

MathCityMap merupakan aplikasi penunjang aktifitas *math trail* yang berbasis GPS, didalam aplikasi tidak hanya digunakan untuk menemukan tempat masalah, namun juga telah disediakan rincian masalah, alat yang harus digunakan, bahkan juga umpan balik untuk jawaban masalah, disertai dengan bantuan untuk memecahkan masalah (Ludwig & Jablonski, 2019). *MathCityMap* terdiri dari dua komponen, yaitu *MathCityMap-portal* dan *MathCityMap-app*. *MathCityMap-portal* dapat diakses melalui website <https://mathcitymap.eu/en/> difungsikan untuk melihat konten tugas-tugas yang sudah ada, sekaligus *trailblazer* dapat membuat tugas baru yang akan diselesaikan oleh *trail walker*, sedangkan *MathCityMap-app* digunakan untuk mengkases rute yang telah dibuat di portal dengan membuka aplikasi di perangkat *mobile* yang dimiliki *trail walker* (Ludwig & Jablonski, 2019).

1.3. Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika

Pemecahan masalah matematika adalah aktifitas yang mengharuskan seorang individu untuk mengaitkan berbagai aksi kognitif yang beberapa diantaranya membutuhkan beberapa pengetahuan dan keterampilan yang terkadang bersifat *non-routine* dengan tujuan untuk mengurangi intensitas kurangnya representasi bermakna untuk mendukung perhitungan (Lester & Kehle, 2003). Kemampuan pemecahan masalah merupakan kemampuan sehari-hari yang sangat penting (Anderson, 2009; Chaudhry & Rasool, 2012).

Soal-soal yang dapat melatih kemampuan pemecahan masalah harus berhubungan dengan dunia nyata yang bersifat *non-routine* (Polya, 1957). Selain itu, optimisme dan motivasi dalam menyelesaikan masalah juga mendukung kreatifitas dan logika pemecahan masalah (Vidermanova & Vallo, 2015). Terdapat beberapa tahapan yang dapat digunakan untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah. Menurut Polya (1957), tahapan pemecahan masalah adalah *understanding the problem* (memahami masalah), *devising a plan* (menyusun sebuah rencana), *carrying out the plan* (menjalankan rencana), dan *looking back* (memeriksa kembali). Kemampuan pemecahan masalah harus dilatihkan dalam pembelajaran matematika melalui pengaitan topik dengan dunia nyata dan disediakannya masalah yang tidak hanya bersifat rutin bagi siswa disertai pembelajaran yang mampu meningkatkan motivasi siswa.

2. Pembahasan

Aktifitas *Math Trail* berbantuan aplikasi *mobile MathCityMap* diharapkan mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa berdasarkan beberapa aspek.

2.1. Masalah dalam Aktifitas *Math Trail* berbantuan aplikasi *MathCityMap* dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika

Masalah yang berkaitan dengan dunia nyata merupakan faktor penting dalam peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematika. Meskipun terdapat beberapa pendekatan yang dapat dilakukan, penelitian Nunokawa (2005) menunjukkan dari keempat pendekatan yang dijelaskan, semuanya harus memperhatikan pemilihan masalah yang berdasarkan situasi nyata yang dipahami oleh siswa. Chong, Shahrill, Putri, & Zulkardi (2018) meneliti beberapa penugasan yang ditujukan untuk mengajarkan pemecahan masalah, dan hasil penelitiannya menunjukkan penugasan yang paling efektif adalah yang menggunakan data nyata, sehingga siswa dapat mengeksplorasi, mengumpulkan informasi dan memberikan atau menerima umpan balik tentang pengaruh jawaban dan solusi yang diusulkan. Penelitian Vidermanova & Vallo (2015) juga menunjukkan penggunaan masalah dan solusi dalam dunia nyata sangat berguna untuk meningkatkan kemampuan dan keterampilan memecahkan masalah.

Definisi *math trail* telah jelas identik dengan pembelajaran luar ruangan yang menggunakan masalah dalam situasi dunia nyata. Penelitian Cahyono & Miftahudin (2018) menunjukkan bahwa aplikasi *MathCityMap* mampu menunjang aktifitas *math trail* dan faktor terbesar yang mempengaruhi keterlibatan siswa dalam pembelajaran adalah belajar di luar ruangan. Penelitian Smith & Fuentes (2012) menyebutkan bahwa dengan mengaplikasikan matematika di dunia nyata melalui *math trail*, siswa mampu mengembangkan pemahaman proses dasar untuk memecahkan masalah. Penelitian Cahyono & Ludwig (2018) juga menyebutkan bahwa siswa dapat belajar lebih dalam memecahkan masalah melalui aktifitas luar ruangan dan penggunaan teknologi melalui *math trail* berbantuan *MathCityMap*.

Masalah yang berkaitan dengan dunia nyata yang membutuhkan pemikiran kritis dan kreatif adalah masalah yang dikategorikan sebagai masalah *non-routine* (Chong *et al.*, 2018). Penelitian Saygılı (2017) mengungkap penggunaan masalah *non-routine* akan maningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Kemudian, penelitian yang dilakukan oleh Jablonski, Ludwig, & Zender (2018) melaporkan proses penyeleksian masalah-masalah yang dapat diunggah pada *MathCityMap-portal* telah menjadikan masalah-masalah yang ada di *MathCityMap* merupakan masalah otentik yang berhubungan dengan dunia nyata

secara langsung dan dapat diverifikasi langsung. Sehingga didapatkan bahwa masalah-masalah yang terseleksi oleh *MathCityMap* merupakan masalah *non-routine*. Sehingga aktifitas *math trail* berbantuan aplikasi *mobile MathCityMap* diharapkan akan mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika.

2.2. Motivasi Belajar dalam Aktifitas Math Trail Berbantuan MathCityMap untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika

Pemecahan masalah adalah hal yang sangat dipengaruhi oleh motivasi dan kebutuhan (Güss, Burger, & Dörner, 2017). Penelitian Fatimah *et al* (2019) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara taraf motivasi dan kemampuan pemecahan masalah. Namun, berbeda dengan hasil temuan Baars, Wijnia, & Paas (2017) yang menyebutkan bahwa motivasi bukanlah prediktor utama dalam memecahkan masalah. Namun, penelitian ini menempatkan pemberian angket motivasi diakhir pembelajaran setelah *post-test*, sehingga diperkirakan motivasi siswa telah menurun dikarenakan kebosanan (Baars, Wijnia, & Paas, 2017). Buchanan (1987) mengungkapkan bahwa perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematika dapat dideskripsikan dengan jelas melalui sikap, motivasi dan *belief system*. Dapat diketahui bahwa motivasi dalam belajar mampu mempengaruhi kemampuan pemecahan masalah.

Penelitian yang dilakukan oleh Cahyono & Ludwig (2018) menunjukkan bahwa dengan melakukan aktifitas *math trail* berbantuan aplikasi *mobile* berbasis GPS dalam pembelajaran mampu meningkatkan motivasi siswa dalam pembelajaran matematika. Sejalan dengan ini, penelitian Cahyono & Ludwig (2016) menunjukkan bahwa penggunaan aktifitas *math trail* yang menggunakan aplikasi *mobile* memotivasi siswa secara intrinsik untuk belajar matematika. Hal ini didukung juga oleh penelitian Edi & Nayazik (2019) yang menyebutkan bahwa dengan diterapkannya aktifitas *math trail*, mampu meningkatkan motivasi siswa dalam belajar matematika. Sehingga, dikarenakan aktifitas *math trail* berbantuan aplikasi *mobile MathCityMap* mampu meningkatkan motivasi siswa dalam belajar, maka juga dapat meningkatkan logika dalam pemecahan masalah matematika (Vidermanova & Vallo, 2015), dan kemampuan pemecahan masalah matematika.

3. Simpulan

Berdasarkan uraian diatas, didapatkan bahwa aktifitas *math trail* berbantuan aplikasi *mobile MathCityMap* akan mendorong siswa untuk mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika. Peningkatan yang terjadi didasarkan pada dua hal, yaitu (1) Penggunaan masalah dunia nyata yang otentik dan dilakukan diluar ruangan melalui aktifitas *math trail* berbantuan aplikasi *mobile MathCityMap*, dan (2) Aktifitas *math trail* berbantuan aplikasi *mobile MathCityMap* diharapkan mampu meningkatkan motivasi belajar siswa yang akan mengembangkan logika dalam pemecahan masalah matematika.

Daftar Pustaka

- Anderson, J. (2009). Mathematics Curriculum Development and the Role of Problem Solving. *Proceedings of the 2009 National Biennial Conference of the Australian Curriculum Studies Association: Curriculum*. Australia: Australian Curriculum Studies Association.
- Baars, M., Wijnia, L., & Paas, F. (2017). The association between motivation, affect, and self-regulated learning when solving problems. *Frontiers in Psychology*, 8(AUG), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01346>
- Barbosa, A., & Vale, I. (2016). Math trails: Meaningful mathematics outside the classroom with pre-service teachers. *Journal of the European Teacher Education Network*, 11(135), 63–72.
- Broda, H. W. (2002). Learning In and For the Outdoors. *Middle School Journal*, 33(3), 34–38. <https://doi.org/10.1080/00940771.2002.11494672>
- Buchanan, N. K. (1987). Factors contributing to mathematical problem-solving performance: An exploratory study. *Educational Studies in Mathematics*, 18(4), 399–415. <https://doi.org/10.1007/BF00240987>
- Cahyono, A. N., & Ludwig, M. (2018). Exploring mathematics outside the classroom with the help of GPS-

- enabled mobile phone application. *Journal of Physics: Conference Series*, 983, 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/983/1/012152>
- Cahyono, Adi Nur. (2018). *Learning Mathematics in a Mobile App-Supported Math Trail Environment*. In *SpringerBriefs in Education*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-93245-3>
- Cahyono, A. N., & Ludwig, M. (2016). Examining motivation in mobile app-supported math trail environments. *Proc. ICMI-EARCOME 7*, (February), 151–158.
- Cahyono, A. N., Ludwig, M., & Marée, S. (2015). Designing Mathematical Outdoor Tasks for the Implementation of The MathCityMap-Project in Indonesia. In C. Vitro-Yu (Ed.), *In pursuit of quality mathematics education for all: Proceedings of the 7th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education* (pp. 151–158). Cebu City, Philippines: Philippine Council of Mathematics Teacher Educators (MATHTED), Inc.
- Cahyono, A. N., & Miftahudin. (2018). Mobile Technology in A Mathematics Trail Program : How Does It Works? *Unnes Journal of Mathematics Education*, 7(1), 24–30. <https://doi.org/10.15294/ujme.v7i1.21955>
- Chaudhry, N. G., & Rasool, G. (2012). A Case Study on Improving Problem Solving Skills of Undergraduate Computer Science Students. *World Applied Sciences Journal*, 20(1), 34–39. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2012.20.01.1778>
- Chen, H. (2013). Applying Social Networking and Math Trails to Third Grade Mathematic Class. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 4(3), 361–365. <https://doi.org/10.7763/IJIMT.2013.V4.422>
- Chong, M. S. F., Shahrill, M., Putri, R. I. I., & Zulkardi. (2018). Teaching problem solving using non-routine tasks. *AIP Conference Proceedings*, 1952, 020020. <https://doi.org/10.1063/1.5031982>
- Edi, T. M., & Nayazik, A. (2019). Penerapan “ Rute Emas ” sebagai Salah Satu Desain “ Math Trail ” untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika materi geometri dan pengukurannya maju memberikan tugas rumah dan. *Journal of Medives : Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 3(2), 273–292. <https://doi.org/https://doi.org/10.31331/medivesveteran.v3i12.842>
- Erdem-keklik, D. (2013). The Scale for Problem Solving Skills in Mathematics : Further Evidence for Construct Validity. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 84, 155–159. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.06.527>
- Fatimah, M., Nurhidayah, M., Ahmad, H., Febryanti, M., & P., M. A. (2019). Effect of Motivation and Gender on Problem-solving in Student Mathematics. *Proceedings of the 1st International Conference on Advanced Multidisciplinary Research (ICAMR 2018)*, 227(Icamr 2018), 101–104. <https://doi.org/10.2991/icamr-18.2019.26>
- Gurjanow, I., Oliveira, M., Zender, J., Santos, P. A., & Ludwig, M. (2019). Shallow and deep gamification in mathematics trails. In M. Gentile, M. Allegra, & H. Söbke (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics): Vol. 11385 LNCS* (pp. 364–374). https://doi.org/10.1007/978-3-030-11548-7_34
- Güss, C. D., Burger, M. L., & Dörner, D. (2017). The role of motivation in complex problem solving. *Frontiers in Psychology*, 8(MAY), 1–5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00851>
- Jablonski, S., Ludwig, M., & Zender, J. (2018). Task quality vs . task quantity . A dialog-based review system to ensure a certain quality of tasks the MathCityMap web community. *Proceedings of the 5th ERME Topic Conference MEDA*, 115–122.
- Lankshear, C., & Knobel, M. (2006). *New Literacies Everyday Practices and Classroom Learning* (2nd ed.). Maidenhead and New York: Open University Press.
- Lester, F. K., & Kehle, P. E. (2003). From Problem Solving to Modeling: The Evolution of Thinking About Research on Complex Mathematical Activity. In R. A. Lesh & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching* (pp. 501–517). Nahwah, NJ: Routledge.
- Lisesi, Ç. K. M. T. A. (2017). Examining The Problem Solving Skills and The Strategies Used by High School Students in Solving Non-routine Problems. *E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 91–114. <https://doi.org/10.19160/ijer.321075>
- Ludwig, M., & Jablonski, S. (2019). Doing Math Modelling Outdoors- A Special Math Class Activity

- designed with MathCityMap. *5th International Conference on Higher Education Advances (HEAD'19)*, 1–8. <https://doi.org/10.4995/HEAD19.2019.9583>
- Ludwig, M., & Jesberg, J. (2015). Using Mobile Technology to Provide Outdoor Modelling Tasks - The MathCityMap-Project. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *191*, 2776–2781. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.517>
- Moffett, P. V. (2011). Outdoor mathematics trails: An evaluation of one training partnership. *Education 3-13: International Journal of Primary, Elementary and Early Years Education*, *39*(3), 277–287. <https://doi.org/10.1080/03004270903508462>
- Moss, M. (2009). Outdoor Mathematical Experiences: Constructivism, Connections, and Health. In B. Clarke, B. Grevholm, & R. Millman (Eds.), *Tasks in Primary Mathematics Teacher Education* (Vol. 53, pp. 263–273). https://doi.org/10.1007/978-0-387-09669-8_17
- Nunokawa, K. (2005). Mathematical problem solving and learning mathematics: What we expect students to obtain. *Journal of Mathematical Behavior*, *24*(3–4), 325–340. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2005.09.002>
- Oranç, C., & Küntay, A. C. (2019). Learning from the real and the virtual worlds: Educational use of augmented reality in early childhood. *International Journal of Child-Computer Interaction*, (xxxx). <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2019.06.002>
- Osman, S., Che Yang, C. N. A., Abu, M. S., Ismail, N., Jambari, H., & Kumar, J. A. (2018). Enhancing Students' Mathematical Problem-Solving Skills through Bar Model Visualisation Technique. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, *13*(3). <https://doi.org/10.12973/iejme/3919>
- Özreçberoglu, N., & Çağanağa, Ç. K. (2018). Making it count: Strategies for improving problem-solving skills in mathematics for students and teachers' classroom management. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(4), 1253–1261. <https://doi.org/10.29333/ejmste/82536>
- Polya, G. (1957). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method* (2nd ed.). Garden City, New York: Princeton University Press.
- Saygılı, S. (2017). Examining The Problem Solving Skills and The Strategies Used by High School Students in Solving Non-routine Problems. *E-International Journal of Educational Research*, *8*(2), 91–114.
- Shoaf, M. M., Pollak, H., & Schneider, J. (2004). *Math Trails*. COMAP.
- Shute, V. J., & Emihovich, B. (2018). Assessing Problem-Solving Skills in Game-Based Immersive Environments. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Eds.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-53803-7_40-1
- Smith, K. H., & Fuentes, S. Q. (2012). A Mathematics and Science Trail. *Australian Primary Mathematics Classroom*, *17*(2), 19–23.
- Vidermanova, K., & Vallo, D. (2015). Practical Geometry Tasks as a Method for Teaching Active Learning in Geometry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *191*, 1796–1800. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.421>
- Yu, K. C., Fan, S. C., & Lin, K. Y. (2015). Enhancing Students' Problem-Solving Skills Through Context-Based Learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *13*(6), 1377–1401. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9567-4>