

Literatur Review: *Working memory* dan Kesulitan Belajar Matematika

Nur Amin Barokah Asfari¹, Yaumul Rahmi²

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

[1nur.aminbarokah.fpsi@um.ac.id](mailto:nur.aminbarokah.fpsi@um.ac.id)

[2yaumul.rahmi.fpsi@um.ac.id](mailto:yaumul.rahmi.fpsi@um.ac.id)

Abstract

Math is still considered a difficult subject, especially in Indonesia, whether at the elementary, junior, or senior high school level. Even though in Indonesia, mathematics is one of the compulsory subjects at each level of education. Difficulties in learning mathematics cause obstacles in the mathematics learning process. Students who experience obstacles in mastering one mathematical concept will tend to experience difficulties in subsequent concepts. Like a snowball, if the concept cannot be mastered, students will have difficulty in understanding the next concept. As a result, more and more concepts will not be achieved. One factor that is considered to be related to learning difficulties in mathematics is working memory. This study aims to examine the role of working memory in students' math difficulties. The method used in this study is a literature review of various references and research journals. As a result, working memory has a role in students' math learning difficulties. Age differences affect the role of the contribution of the working memory component in these math learning difficulties.

Keywords: working memory, math difficulties

Abstrak

Matematika masih dianggap sebagai pelajaran yang sulit, khususnya di Indonesia, baik di tingkat SD, SMP, atau SMA. Padahal di Indonesia, matematika menjadi salah satu mata pelajaran wajib di setiap jenjang pendidikan tersebut. Kesulitan dalam belajar matematika menimbulkan hambatan dalam proses pembelajaran matematika. Siswa yang mengalami hambatan dalam menguasai satu konsep matematika akan cenderung mengalami kesulitan pada konsep-konsep selanjutnya. Ibarat bola salju, apabila konsep tersebut belum bisa dikuasai, siswa akan mengalami kesulitan dalam memahami konsep berikutnya. Akibatnya, akan semakin banyak konsep yang tidak akan bisa dicapai. Salah satu faktor yang dianggap berkaitan dengan kesulitan belajar matematika adalah *working memory*. Kajian ini bertujuan untuk mengkaji peran *working memory* dalam kesulitan matematika (*math difficulties*) pada siswa. Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah literatur review dari berbagai referensi dan jurnal penelitian. Hasilnya, *working memory* memiliki peran dalam kesulitan belajar matematika pada siswa. Perbedaan usia mempengaruhi peran kontribusi komponen *working memory* pada kesulitan belajar matematika ini.

Kata kunci: *working memory*, kesulitan belajar matematika

1. Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu pelajaran wajib yang diajarkan dari tingkat sekolah dasar hingga menengah atas. Bahkan, nilai ujian matematika menjadi salah satu syarat wajib

untuk lulus dari satu tingkat pendidikan. Akan tetapi, selama beberapa tahun, nilai ujian matematika siswa di beberapa kota di Indonesia cenderung rendah (Mongi, 2014). Pemahaman konsep dan prinsip dalam matematika dinilai sebagai penyebab siswa mengalami math difficulties (Hidayati, 2011; Ade, Oktora, & Putri, 2013).

Matematika merupakan pelajaran yang mengandung konsep-konsep yang saling berkesinambungan. Artinya, siswa harus memahami suatu konsep terlebih dahulu sehingga bisa menguasai konsep yang lain. Misalnya, siswa harus menguasai konsep tentang number sense, sebelum mempelajari tentang aritmatika. Dalam aritmatika awal pun, siswa juga harus bisa menguasai konsep penjumlahan sehingga ia bisa memahami konsep mengenai pengurangan, perkalian, bahkan pembagian (Suryani, 2010). Apabila satu konsep belum dikuasai maka siswa akan sulit mempelajari konsep berikutnya. Dalam konsep aritmatika misalnya, sebelum mengerjakan soal perkalian 3×4 , siswa harus sudah menguasai konsep penjumlahan dahulu. Sebab pada dasarnya, perkalian adalah penjumlahan berulang. Jadi, $3 \times 4 = 4 + 4 + 4$.

Jelas, bahwa belajar matematika memerlukan beragam pemahaman konseptual yang harus dikuasai. Jika ada satu konsep yang belum bisa dimengerti oleh siswa maka siswa akan cenderung mengalami kesulitan dalam belajar matematika. Permasalahannya, guru kurang bisa mengidentifikasi saat siswa kesulitan menguasai suatu konsep tertentu dan cenderung akan melanjutkan pelajaran/pembahasan ke konsep atau materi selanjutnya. Akibatnya, kesulitan penguasaan konsep sebelumnya akan menghambat siswa dalam memahami konsep selanjutnya. Hal ini akan terus terjadi berulang-ulang pada materi berikutnya.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kemampuan siswa belajar matematika adalah *working memory*. *Working memory* tidak hanya berkaitan dengan penyimpanan informasi, melainkan juga melibatkan pemrosesan informasi (Campbell, 2005). Baddeley menawarkan model dual-tugas dimana *working memory* terdiri dari tiga komponen, yakni *central executive*, *phonological loop*, dan *visual-spatial sketchpach*.

Purpura, Schmitt, & Ganley (2016) meneliti keterkaitan antara *executive function* dengan kemampuan matematika pada *preschooler*, hasilnya *working memory* terkait dengan *mathematical skill* yang berkaitan dengan *comparison*, *combination numbers* dan *amounts*. Kapasitas *working memory* ini berkembang secara dinamis sejalan dengan perkembangan usia. *Working memory* diduga sebagai faktor penting dalam kesulitan belajar matematika, khususnya *visuospatial working memory* (Passolunghi & Siegel, 2004; Andersson & Lyxell, 2007; Raghobar, Barnes, & Hecht, 2010; H. L. Swanson, 2015; Kroesbergen & van Dijk, 2015; Menon, 2016) *Visual-spatial working memory* berperan penting dalam keberhasilan belajar matematika. Siswa yang mengalami kesulitan belajar matematika ditemukan memiliki tingkat *working memory* yang rendah.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan jurnal penelitian dengan topik *working memory* dan *mathematic difficulties*. Berdasarkan hasil penelusuran jurnal dengan kata kunci terkait *working memory*, *mathematic difficulties*, didapatkan 22 artikel yang relevan dengan dengan tujuan penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Different contribution of *working memory* components

Hasil berbagai kajian sebelumnya menekankan pada perbedaan kontribusi *phonological loop* dan *visual-spatial sketchpad* pada kasus kesulitan belajar matematika. Kedua komponen dari *working memory* ini memainkan perannya sendiri terkait dengan kesulitan belajar matematika.

Sebenarnya, *working memory* telah berperan pada awal ketrampilan aritmatika dasar (Rasmussen & Bisanz, 2005; Nelwan et al., 2021). Pada anak prasekolah, *visual-spatial working memory* dinilai lebih berperan. Pada tahapan ini, akurasi jawaban mereka lebih tinggi pada masalah nonverbal daripada masalah verbal. Baru setelah masuk ke sekolah dasar (SD), *phonological loop* menjadi prediktor terbaik untuk performansi siswa dalam belajar matematika. Sebab, saat di kelas satu, mereka mulai menggunakan berbagai komponen *working memory* untuk mempelajari berbagai pengetahuan baru dalam masalah aritmatika dan bagaimana mereka akan menghitung

Hasil kajian pada siswa kelas dua dan tiga menemukan hubungan antara *working memory* dengan *numeric operation*, yang menekankan pada komputasi, *fact retrieval*, dan *mathematical reasoning* (Meyer, Salimpoor, Wu, Geary, & Menon, 2010). Pada awalnya, *phonological loop* yang akan memfasilitasi proses awal kemampuan matematika ini. Pada tahapan-tahapan selanjutnya, sedangkan *visual-spatial* yang akan lebih berperan penting. Dengan demikian, pada tahap awal pembelajaran matematika, anak belajar matematika lebih berdasarkan pada input auditori yang didapatkannya.

Penemuan menarik dari Passolunghi & Siegel (2004), siswa SD tidak mengalami kesulitan ketika menyelesaikan soal yang berkaitan dengan *phonological loop*. Hal senada diungkapkan dalam berbagai kajian selanjutnya bahwa kemampuan *phonological* tidak terlibat dalam kemampuan matematika.(D'Amico & Guarnera, 2005; Passolunghi, Vercelloni, & Schadee, 2007; H. L. Swanson, 2015). Untuk kompetensi yang lebih tinggi, kemampuan *visual-spatial sketchpad* cenderung berperan lebih dominan dalam belajar matematika.

Hasil kajian longitudinal terhadap prestasi matematika pada siswa kelas tiga, ditemukan fakta menarik bahwa prestasi matematika siswa merupakan dampak dari kesadaran *phonological* dan *visual-spatial working memory* saat mereka berusia 5 tahun dengan dimediasi oleh *Quantity-Number Competencies*. Namun, untuk kompetensi numerik yang lebih tinggi, ditemukan bahwa kemampuan *phonological* tidak terlalu berpengaruh (Krajewski & Schneider, 2009). Hal ini mendasari asumsi bahwa kemampuan *visual-spasial* mendasari adanya kesulitan belajar matematika (Geary, 2010)

Kajian mengenai aspek *central executive* yang dilakukan pada siswa yang mengalami kesulitan belajar matematika, ditemukan adanya defisit *working memory*, khususnya pada *central executive* yang terhubung ke pemrosesan konkuren dan penyimpanan informasi numerik dan visual (FÜRst & Hitch, 2000; Hecht, 2002; Andersson & Lyxell, 2007). *Central executive* dianggap menjadi penyebab terjadinya kesulitan belajar matematika karena menghubungkannya secara langsung input yang diperolehnya ke otak. Atensi terkontrol dari sistem *central executive* dan sistem penyimpanan *working memori* dapat memprediksikan performansi siswa dalam belajar (L. Swanson & Kim, 2007)

3.2. *Working memory* dan Usia

Perbedaan kontribusi komponen *working memory* pada setiap jenjang kelas seolah tampak bahwa perbedaan usia mempengaruhi perbedaan kontribusi antara kedua aspek *working memory*. Kajian *visual-spatial sketchpad* berperan dalam prestasi belajar matematika saat di kelas satu, sedangkan *phonological loop* lebih berperan saat siswa di kelas dua. (De Smedt et al., 2009).

Temuan lain yang ditemukan terkait hubungan *working memory* dan kesulitan belajar matematika adalah yaitu kecemasan dalam belajar matematika (*math anxiety*). *Math anxiety* secara tidak langsung mempengaruhi performansi matematika siswa. *Math anxiety* yang dialami siswa dapat mengurangi kapasitas *working memory* sehingga menyebabkan siswa membutuhkan waktu yang lebih lama menyelesaikan soal matematika dan jawabannya pun kurang akurat (Campbell, 2005; Passolunghi et al., 2016).

4. Simpulan

Kajian dari berbagai hasil kajian sebelumnya menemukan hasil yang sama. *Working memory* berperan dalam pembelajaran matematika. Dalam hal ini, fungsi *working memory* yang kurang optimal menyebabkan terjadinya kesulitan belajar matematika pada siswa. Berbagai komponen dari *working memory* berkontribusi secara berbeda pada proses belajar matematika. Pada tahapan awal, *phonological loop* akan lebih berperan pada proses pembelajaran. Selanjutnya, pada soal-soal yang lebih kompleks, yang membutuhkan pemahaman konsep-konsep matematika yang lebih tinggi maka *visual-spatial sketchpad* yang akan lebih berperan. Tampaknya faktor usia juga berpengaruh terhadap adanya perbedaan kontribusi kedua aspek *working memory* pada kesulitan belajar matematika.

Daftar Rujukan

- Ade, K., Oktora, R., & Putri, P. E. (2013). Kesulitan Belajar Matematika Siswa Ditinjau Dari Segi Kemampuan Koneksi Matematika. In *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*. Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY. Retrieved from <http://eprints.uny.ac.id/10725/>
- Andersson, U., & Lyxell, B. (2007). *Working memory* deficit in children with mathematical difficulties: A general or specific deficit? *Journal of Experimental Child Psychology*, 96(3), 197–228. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.10.001>
- Campbell, J. I. D. (Ed.). (2005). *Handbook of mathematical cognition*. New York: Psychology Press.
- D'Amico, A., & Guarnera, M. (2005). Exploring *working memory* in children with low arithmetical achievement. *Learning and Individual Differences*, 15(3), 189–202. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2005.01.002>
- De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B., & Ghesquière, P. (2009). *Working memory* and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(2), 186–201. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.01.004>
- Fürst, A. J., & Hitch, G. J. (2000). Separate roles for executive and phonological components of *working memory* in mental arithmetic. *Memory & Cognition*, 28(5), 774–782.
- Geary, D. C. (2010). Mathematical disabilities: Reflections on cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 130–133. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.10.008>
- Hecht, S. A. (2002). Counting on *working memory* in simple arithmetic when counting is used for problem solving. *Memory & Cognition*, 30(3), 447–455.

- Hidayati, F. (2011). *Kajian Kesulitan Belajar Siswa Kelas VII SMP Negeri 16 Yogyakarta dalam Mempelajari Aljabar*. UNY. Retrieved from http://eprints.uny.ac.id/1745/1/Fajar_Hidayati.pdf
- Krajewski, K., & Schneider, W. (2009). Exploring the impact of phonological awareness, visual–spatial *working memory*, and preschool quantity–number competencies on mathematics achievement in elementary school: Findings from a 3-year longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*(4), 516–531. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.03.009>
- Kroesbergen, Evelyn H., & Marloes van Dijk. (2015). *Working memory* and number sense as predictors of mathematical (dis-)ability. *Zeitschrift für Psychologie*, *223*, 102–109. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000208>
- Menon, V. (2016). *Working memory* in children’s math learning and its disruption in dyscalculia. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *10*, 125–132. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.05.014>
- Meyer, M. L., Salimpoor, V. N., Wu, S. S., Geary, D. C., & Menon, V. (2010). Differential contribution of specific *working memory* components to mathematics achievement in 2nd and 3rd graders. *Learning and Individual Differences*, *20*(2), 101–109. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.08.004>
- Mongi, C. E. (2014). Penggerombolan dan Pemetaan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat Berdasarkan Nilai Ujian Nasional SMA dan Akreditasi Sekolah. Retrieved from <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/70836>
- Michel Nelwan, Iona Friso-van den Bos, Constance Vissers & Evelyn Kroesbergen (2022) The relation between working memory, number sense, and mathematics throughout primary education in children with and without mathematical difficulties, *Child Neuropsychology*, *28*:2, 143-170, DOI: 10.1080/09297049.2021.1959905
- Passolunghi, M. C., Caviola, S., De Agostini, R., Perin, C., & Mammarella, I. C. (2016). Mathematics Anxiety, Working Memory, and Mathematics Performance in Secondary-School Children. *Frontiers in Psychology*, *7*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00042>
- Passolunghi, M. C., & Siegel, L. S. (2004). *Working memory* and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, *88*(4), 348–367. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2004.04.002>
- Passolunghi, M. C., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: *Working memory*, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development*, *22*(2), 165–184. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2006.09.001>
- Purpura, D. J., Schmitt, S. A., & Ganley, C. M. (2017). Foundations of mathematics and literacy: The role of executive functioning components. *Journal of Experimental Child Psychology*, *153*, 15–34. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.08.010>
- Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). *Working memory* and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, *20*(2), 110–122. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.10.005>
- Rasmussen, C., & Bisanz, J. (2005). Representation and *working memory* in early arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology*, *91*(2), 137–157. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.01.004>
- Suryani, Y. E. (2010). Kesulitan Belajar. *MAGISTRA*, *22*(73), 33.
- Swanson, H. L. (2015). Cognitive strategy interventions improve word problem solving and *working memory* in children with math disabilities. *Frontiers in Psychology*, *6*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01099>
- Swanson, L., & Kim, K. (2007). *Working memory*, short-term memory, and naming speed as predictors of children’s mathematical performance. *Intelligence*, *35*(2), 151–168. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.07.001>