

WORKING MEMORY DAN KREATIVITAS DALAM PENELITIAN PEMBELAJARAN MATEMATIKA: TINJAUAN LITERATUR SISTEMATIS

Muhammad Iqbal Harisuddin¹, Zaenuri², Yohanes Leonardus Sukestiyarno³, St. Budi Waluya⁴, Emi Pujiastuti⁵

Doctoral Program in Mathematics Education, Faculty Of Mathematics and Natural Sciences,

Universitas Negeri Semarang Indonesia

e-mail: ¹*1muhammad_iqbal_harisuddin@students.unnes.ac.id, ²zaenuri.mipa@mail.unnes.ac.id,

³sukestiyarno@mail.unnes.ac.id, ⁴s.b.waluya@mail.unnes.ac.id, ⁵emi.mat@mail.unnes.ac.id

ABSTRAK

Penelitian terhadap pembelajaran matematika semakin meningkat dan berkembang. Namun ide penelitian empiris mengenai kemampuan *working memory* (WM) dan kreativitas masih sangat terbatas. Tenaga pendidik harus melatih keterampilan WM peserta didik sebagai tambahan memberikan penguatan pembelajaran matematika. Tinjauan literatur sistematis mengikuti 10 langkah pendekatan oleh Gough et al. Pertanyaan penelitian terdiri dari: Bagaimana gagasan mengenai definisi, komponen dan kemampuan *working memory*? Gagasan *Working Memory* pada pembelajaran matematika yang berkaitan dengan reasoning, problem solving dan kreativitas? Peneliti menentukan periode terbit artikel yang relatif terbaru pada tahun 2015 – 2024. Peneliti melakukan penelusuran basis data pada *PsycInfo*, *MathEduc*, *Harzing's Publish or Perish* dan *scopus*. Sedangkan untuk mengetahui kualitas jurnal tersebut peneliti berdasarkan basis data pada *ScimagoJR*. Setelah disortir artikel-artikel yang dianalisis sebanyak 37 dengan ditemukan di 18 jurnal berbeda. Terdapat enam definisi mengenai WM, empat kaitannya dengan komponen *working memory*, terdapat 10 mengenai kemampuan *working memory*, dua berkaitan dengan deskripsi *working memory* mengenai reasoning dan problem solving, terdapat tiga berkaitan deskripsi mengenai kreativitas serta tiga gagasan WM pada pembelajaran matematika yaitu aritmatika, geometri dan aljabar.

Kata kunci: *Kreativitas, Tinjauan Literatur, Working Memory*

ABSTRACT

Research on mathematics learning is increasing and developing. However, empirical research ideas on working memory (WM) and creativity are still very limited. Educators must train students' WM skills in addition to providing reinforcement for mathematics learning. A systematic literature review follows the 10-step approach by Gough et al. The research questions consist of: What are the ideas about the definition, components and abilities of working memory? The idea of Working Memory in mathematics learning related to reasoning, problem solving and creativity? The researcher determined the publication period of the relatively latest articles in 2015 - 2024. The researcher conducted a database search on PsycInfo, MathEduc, Harzing's Publish or Perish and Scopus. Meanwhile, to determine the quality of the journal, the researcher based it on the database on ScimagoJR. After sorting, the articles analyzed were 37 found in 18 different journals. There are six definitions of WM, four related to working memory components, 10 related to working memory abilities, two related to working memory descriptions of reasoning and problem solving, three related to descriptions of creativity and three ideas of WM in mathematics learning, namely arithmetic, geometry and algebra.

Keywords: *Creativity, Literature Review, Working Memory*

PENDAHULUAN

Faktor emosional dan kognitif mempengaruhi kemampuan seorang siswa untuk berprestasi dalam matematika (McGonnell et al., 2024). Selain itu, berpengaruh juga kemampuan untuk menyimpan nilai-nilai perantara dan memproses informasi saat menyelesaikan masalah matematika (Atkinson et al., 2021). WM diasumsikan penting untuk menyimpan informasi saat melakukan tugas-tugas kompleks (misalnya, belajar) yang berinteraksi dengan sistem kognitif lainnya. Selain itu, perbedaan individu dalam pengetahuan sebelumnya, kapasitas kemampuan untuk mempelajari konten yang berbeda, minat, kepribadian, dan lain-lain telah terbukti memiliki pengaruh pada pembelajaran (Aslaksen & Lorås, 2019).

Bagian terpenting dari WM diantaranya fungsi eksekutif, dimana fungsi eksekutif inti terdiri dari penghambatan kontrol (kemampuan untuk mengendalikan perhatian, perilaku, pikiran, dan emosi, yang memungkinkan seseorang untuk menolak perilaku impulsif dan mengabaikan gangguan), fleksibilitas kognitif (kemampuan untuk beradaptasi dan beralih di antara tugas atau pikiran, yang memungkinkan penyesuaian terhadap aturan atau prioritas baru), dan kemampuan untuk sementara waktu menahan, memperbarui, dan memanipulasi informasi (Sankalaite et al., 2023). Selain itu, literatur telah memberikan beberapa bukti bahwa terdapat variasi dalam hal usia, jenis kelamin, status sosial ekonomi, dan kecerdasan yang dapat mempengaruhi kinerja perilaku dalam memori kerja dan kemampuan

matematika selama masa kanak-kanak (Wang & Yao, 2021).

Intervensi pola pikir bertujuan untuk memanipulasi keyakinan siswa tentang pembelajaran dan kemampuan intelektual mereka (Holden & Goldstein, 2024). Praktiknya, sebagian besar peneliti menggunakan skor IQ sebagai cara sederhana untuk mengetahui tentang pengaruh IQ secara keseluruhan pada matematika, dan para peneliti jarang memasukkan perbedaan antara kemampuan dan prestasi matematika sebagai kriteria inklusi untuk peserta dalam penelitian (Consalvi et al., 2024). WM telah banyak digunakan dipelajari dan dikenali sebagai fungsi kognitif mendasar karena ditemukan berhubungan erat dengan fungsi kognitif penting lainnya seperti kemampuan penalaran, kontrol penghambatan dan perhatian (Söderqvist & Bergman, 2015).

Tes pilihan memaksa siswa memilih jawaban tanpa menjelaskan pemikiran mereka serta tidak dapat membedakan bagaimana cara berpikir yang sangat berbeda (Matthews, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa jika ingin meningkatkan kemampuan matematika siswa, peneliti harus melatih keterampilan WM mereka sebagai tambahan memberikan penguatan pembelajaran matematika melalui tambahan latihan (Sánchez-Pérez et al., 2018). Sedangkan kapasitas memori kerja ditemukan lebih kuat terkait dengan pemikiran konvergen dibandingkan pemikiran kreatif divergen (Gerver et al., 2023). Tujuan penelitian ini yaitu untuk menjawab pertanyaan penelitian yang terdiri dari: Bagaimana gagasan mengenai definisi, komponen dan kemampuan working memory? Gagasan Working Memory pada pembelajaran matematika yang berkaitan dengan reasoning, problem solving dan kreativitas?

METODE

Tinjauan literatur sistematis peneliti mengikuti 10 langkah pendekatan oleh Gough et al. (Tahun 2013), yang awalnya dikembangkan untuk bidang politik dan telah ditransfer ke pembelajaran matematika oleh Nilsson et al. (Tahun 2018). Lebih tepatnya, peneliti melakukan apa yang disebut Gough et al. sebagai tinjauan konfigurasi, yaitu tinjauan yang dilakukan untuk mengembangkan ide atau teori secara induktif dari literatur yang diteliti, dengan fokus pada heterogenitas dan keragaman artikel yang terlibat. Pendekatan ini terdiri dari sepuluh langkah yaitu: *The Need for Review, Review Question and Conceptual Framework, Scope, Search Strategy, Screening, Coding, Mapping the research field, Appraising the quality and relevance of studies,*

Synthesis, Communicate (Reporting of a review).

Langkah 1 dan 2: *The Need for Review, Review Question and Conceptual Framework*

Kebutuhan akan suatu review berkaitan dengan siapa yang mengajukan pertanyaan-pertanyaan penelitian (RQ) dan apa yang akan dilakukan dengan jawabannya secara sistematis. Pertanyaan tinjauan dan kerangka kerja konseptual berkaitan dengan apa yang akan dilakukan oleh tinjauan tersebut dan asumsi apa yang mendasarinya telah dijelaskan dalam pendahuluan artikel. RQ terdiri dari: Bagaimana gagasan mengenai definisi, komponen dan kemampuan working memory? Gagasan Working Memory pada pembelajaran matematika yang berkaitan dengan reasoning, problem solving dan kreativitas?

Langkah 3: *Scope*

Scope dalam hal ini menetapkan kriteria inklusi yang digunakan untuk memilih studi. Peneliti menentukan beberapa parameter sebelum mencari literatur dengan menetapkan kriteria inklusi yang nantinya akan digunakan untuk memilih penelitian. Peneliti sebagian besar mengakses open jurnal dikarenakan keterbatasan biaya. Supaya kualitas artikel yang akan dipertimbangkan untuk ditinjau peneliti tetap terjaga, peneliti hanya memilih (1) artikel jurnal yang bereputasi internasional, peneliti juga hanya memasukkan artikel (2) yang ditulis dalam bahasa Inggris sesuai dengan kemampuan bahasa peneliti ketika menganalisis. Selanjutnya peneliti lebih fokus pada (3) artikel empiris, karena tujuan penelitian yaitu untuk menguraikan gagasan *working memory* yang dibahas dalam penelitian empiris. Selain itu peneliti lebih fokus hanya pada (4) *working memory* siswa bukan pada guru. Peneliti menentukan periode terbit artikel yaitu (5) tahun 2015 – 2024.

Langkah 4: *Search strategy*

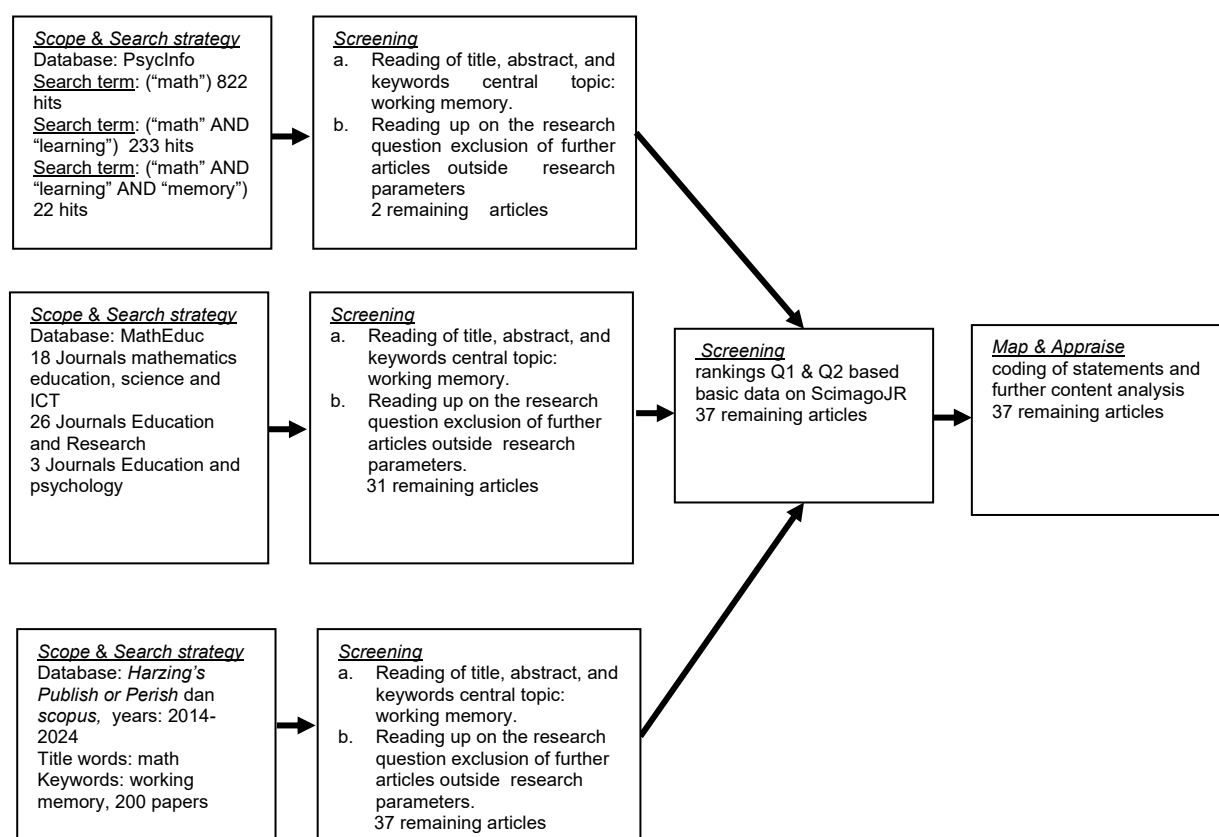
Strategi pencarian maksudnya merancang dan menjalankan strategi pencarian untuk menemukan sumber-sumber yang menjanjikan berdasarkan scope yang telah ditentukan atau yang relevan. Basis data bibliografi dari artikel jurnal yang diterbitkan adalah tempat yang umum digunakan untuk mencari penelitian yang relevan, yang menyediakan rincian seperti judul penelitian, sumber publikasi, dan abstrak. Basis data ini biasanya mencakup disiplin ilmu dan/atau bidang topik tertentu. Penelusuran basis data dilakukan untuk mencari kata apa pun yang muncul dalam catatan basis data untuk setiap

publikasi sesuai scope. Bidang psikologi peneliti melakukan penelusuran basis data berorientasi *PsycInfo*. Sedangkan untuk pembelajaran matematika peneliti melakukan penelusuran basis data pada *MathEduc*. Selain itu peneliti melakukan penelusuran baik bidang psikologi maupun pembelajaran matematika menggunakan basis data dengan *Harzing's Publish or Perish* dan *scopus*. Sedangkan untuk mengetahui kualitas jurnal tersebut peneliti menggunakan rangking Q1 dan Q2 berdasarkan basis data pada *ScimagoJR*. Supaya untuk mempersempit data bidang psikologi sehingga kualitas lebih tinggi dan relevansi untuk pembelajaran matematika dan scope no (2) dan (3), peneliti memasukkan kategori pembelajaran (*learning*), dan *memory* dengan *search term*: ("math" AND <search terms>).

Langkah 5: Screening

Pertama-tama peneliti menyaring (*screening*) data psikologinya dalam hal ini *working memory* dengan *search term*: ("math") terdapat 822 artikel, lalu *search term*: ("math"

AND "learning") terdapat 233 artikel, kemudian *search term*: ("math" AND "learning" AND "memory") terdapat 22 artikel. Selanjutnya data jurnal yang ada pada *MathEduc*, dimana terdapat 18 Journals mathematics education, science and ICT, 26 Journals Education and Research, 3 Journals Education and psychology. Kemudian data dengan menggunakan *Harzing's Publish or Perish* dan *scopus* didapat 200 artikel, kemudian membaca (a) judul, abstrak, kata kunci, topik sentral: *working memory*. Selanjutnya membaca pertanyaan penelitian dengan mengecualikan artikel lebih lanjut di luar parameter penelitian (b) tidak memenuhi kriteria 2 – 4 pada langkah 3. Banyaknya jumlah artikel pengecualian sebagian besar disebabkan menggunakan istilah pencarian yang tidak ada hubungannya dengan *working memory* dalam bidang pembelajaran matematika, dimana artikel-artikel tersebut disortir diawal sebelum analisis peneliti lakukan. Hasil proses penyaringan pada analisis akhir menghasilkan total 37 artikel, seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart of the search process for the systematic literature review

Terdapat 37 artikel ini ditemukan di 18 jurnal berbeda. Jurnal dengan jumlah artikel tertinggi yaitu *Frontiers in Psychology* dengan jumlah artikel yang berkaitan dengan *working*

memory sebanyak 8 artikel. Hasil lengkap banyaknya sebaran artikel tiap jurnal terdapat pada tabel 1.

Tabel 1 Nama jurnal dan jumlah artikel yang diurutkan berdasarkan ranking

Journal	Number of articles	Ranks
Cognitive Psychology	4	Q1
Journal of Educational Psychology	3	Q1
PLoS ONE	2	Q1
Learning and Individual Differences	2	Q1
Scandinavian Journal of Educational Research	2	Q1
British Journal of Educational Psychology	1	Q1
Sex Roles	1	Q1
IEEE Access	1	Q1
Educational Psychology	1	Q1
Contemporary Educational Psychology	1	Q1
Journal for Research in Mathematics Education	1	Q1
Journal of Research on Educational Effectiveness	1	Q1
Teaching and Teacher Education	1	Q1
International Journal of Science Education	1	Q1
Studies in Educational Evaluation	1	Q1
Frontiers in Psychology	8	Q2
Education Sciences	4	Q2
Acta Psychologica	2	Q2

Langkah 6: Coding

Sesuai dengan tujuan penelitian yang peneliti lakukan, dan setelah membaca serta mendalami artikel-artikel secara intensif, peneliti memfokuskan analisis pada bagian pendahuluan, tujuan penelitian, dan peserta/demografi serta peneliti mempertimbangkan metodologis artikel penelitian. Sebagai persiapan analisis konten peneliti melakukan pernyataan-pernyataan yang dikodekan. Dalam artikel ini, pernyataan didefinisikan sebagai proporsi yang dibuat mengenai working memory dalam konteks matematika yang dikaitkan dengan referensi. Aturan ketat ini akan dapat melindungi data dari pengaruh pendapat pribadi penulis, peneliti akan selalu menangkap pernyataan yang berdasarkan pada teori yang mendasarinya. Pada langkah selanjutnya pernyataan-pernyataan tersebut peneliti sortir kedalam dua kategori, yaitu: karakter working memory pada siswa, dan penerimaan working memory ketika belajar matematika. Kemudian peneliti mengidentifikasi tiga karakter pernyataan, diantaranya: definisi, komponen dan deskripsi. Pernyataan definisi working memory merupakan kalimat-kalimat yang dimana penulisnya secara jelas menyatakan bahwa pernyataan tersebut adalah suatu definisi dari working memory. Pernyataan komponen merupakan kalimat yang menggambarkan

working memory secara spesifik. Selanjutnya, pernyataan deskripsi merupakan kalimat yang berisi lebih banyak kumpulan property yang lebih longgar lagi mengenai working memory, pernyataan deskripsi ini meliputi kata-kata yang berkaitan dengan working memory pada penelitian pembelajaran matematika sesuai dengan tujuan penelitian peneliti. Secara keseluruhan terdapat 456 pernyataan yang dikodekan sesuai tujuan artikel peneliti dengan rincian: 6 pernyataan definisi, 11 pernyataan komponen, serta 439 pernyataan deskripsi yang diikutsertakan untuk dianalisis lebih lanjut.

Langkah 7 dan 8: *Mapping the research field* (Pemetaan penelitian yang terkait) serta *Appraising the quality and relevance of studies* (Penilaian kualitas dan relevansi penelitian)

Pemetaan (mapping) merupakan dasar analisis dari pernyataan-pernyataan pada langkah 6 (coding) yang telah dikodekan. Selanjutnya pernyataan-pernyataan tersebut dikelompokkan secara induktif yang berkaitan dengan working memory dengan titik awalnya pernyataan-pernyataan dari kategori definisi, komponen dan deskripsi. Pada pemetaan ini bagi peneliti memiliki dua tujuan yaitu; memberikan suatu gambaran kasar tentang *working memory*; sebagai dasar untuk membangun sintesis pada langkah selanjutnya. Setiap gagasan *working memory* kemudian dapat dianalisis lebih lanjut dari berbagai macam aspek yang berkaitan dengan penilaian kualitas dan relevansi penelitian. Peneliti menetapkan batasan dalam tinjauan peneliti mengenai *working memory* untuk jumlah pernyataan guna membuat sebuah gagasan. Ketika melakukan penilaian kualitas, gagasan yang berbeda tentang *working memory* dalam matematika dievaluasi guna menyelidiki landasan teori dan penggunaannya. Sering kali langkah penilaian bersifat interpretative, tetapi pada saat yang sama sulit menemukan kriteria untuk mengevaluasi gagasan yang berbeda tersebut. Oleh karena itu peneliti menentukan beberapa titik konvergensi, diantaranya melihat sejak kapan gagasan *working memory* yang akan diintegrasikan pada tinjauan peneliti digunakan dalam artikel tersebut. Selanjutnya peneliti melakukan penyelidikan penyebaran geografis dengan mengevaluasi penyebaran masing-masing gagasan mengenai *working memory* pada berbagai kelompok penelitian.

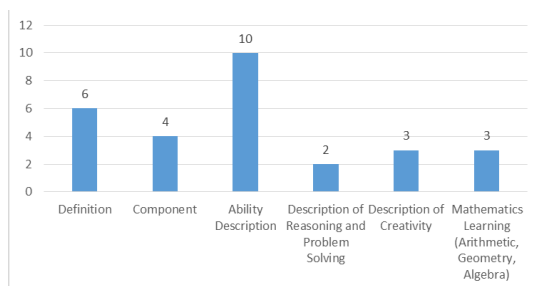
Langkah 9 dan 10: *Synthesis* (Mensintesis) dan mengkomunikasikan (*Reporting of a review*)

Langkah terakhir yaitu mensintesis dan mengkomunikasikan (*Reporting of a review*) hasil tinjauan pustaka peneliti. Seintesis

merupakan produk akhir dari suatu tinjauan pustaka dengan menggabungkan hasil dan menjawab pertanyaan penelitian. Gough dkk (2013) menyatakan bahwa langkah mengkomunikasikan (*Reporting of a review*) mengacu pada temuan yang dihasilkan. *Synthesis* (Mensintesis) dan mengkomunikasikan (*Reporting of a review*) peneliti sajikan pada bagian hasil dan pembahasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahapan ini, peneliti menyajikan data yang telah ditemukan berkaitan dengan pernyataan penelitian peneliti, yaitu: Bagaimana gagasan mengenai definisi, komponen dan kemampuan working memory. Serta gagasan working memory pada pembelajaran matematika yang berkaitan dengan reasoning, problem solving dan kreativitas. Hasil yang peneliti dapat mengenai working memory seperti pada gambar 2 berikut.



Gambar 2 Diagram Gagasan *Working Memory*

Dari gambar diagram gagasan working memori menunjukkan bahwa terdapat enam definisi mengenai working memory yang tercantum pada enam artikel yang berbeda dari 37 judul artikel yang telah discreening. Walaupun para ahli tersebut mendefinisikan working memory tidak berbeda jauh, yakni berkaitan dengan proses kognitif, sistem kognitif, proses penyimpanan dan pertukaran informasi informasi, serta berkaitan dengan sistem berkapasitas terbatas. Adapun kaitannya dengan komponen working memory terdapat 11 pernyataan dari 11 artikel yang berbeda. Komponen working memory yaitu phonological loop, visuospatial sketchpad, verbal and visuospatial central executive (McGonnell et al., 2024), central executive+phonological, central executive+visuo-spatial (Finell et al., 2022). Pada tahun 2000 Baddeley working memory terdiri dari satu central executive control system dan tiga slave systems yang terdiri dari phonological loop, visuospatial sketchpad dan episodic buffer (Pals et al., 2018; Lee & Bull, 2016). Central executive dan dua slave system yaitu phonological loop and the visuospatial

sketchpad (Fanari et al., 2019). phonological loop, visuospatial sketchpad, central executive (van der Ven et al., 2017; Baddeley et al., 2021; Vos et al., 2023; Wallinheimo et al., 2024; McGonnell et al., 2024). Pada tahun 2010 Ecker working memory terdiri dari retrieval (pengambilan), transformasi dan substitusi (Pelegrina et al., 2020). Selanjutnya gagasan working memory yang paling banyak dimana terdapat 26 artikel dan 207 pernyataan mengenai kemampuan working memori. Diantaranya mengenai gagasan bahwa kemampuan verbal dan visuospasial penting untuk kemampuan perhitungan matematika konsisten dengan banyak teori tentang matematika. Peneliti dapat menggunakan kemampuan verbal verbal ketika peneliti menghitung atau menggunakan pengulangan verbal untuk membantu perkembangan memori untuk fakta-fakta matematika dasar, kemampuan visual ketika peneliti membandingkan membandingkan jumlah atau nilai perkiraan, dan angka-angka tertulis yang berguna dan sering kali diperlukan untuk perhitungan yang rumit (Consalvi et al., 2024). Kemudian deskripsi working memory mengenai reasoning dan problem solving, deskripsi ini erat kaitannya dengan kreativitas pembelajaran matematika dimana terdapat 134 pernyataan. WM memiliki kapasitas terbatas dan hanya dapat menampung sejumlah informasi tertentu untuk jangka waktu yang singkat, dalam hitungan detik, sebelum meluruh. WM telah dipelajari secara ekstensif dan diakui sebagai fungsi kognitif fundamental karena telah ditemukan berhubungan erat dengan fungsi kognitif penting lainnya seperti kemampuan penalaran, kontrol penghambatan, dan perhatian (Engle et al., 1999; Conway et al., 2001, 2003; Kane et al., 2001, 2004). Dalam penalaran ini, peningkatan kapasitas dan perhatian WM diasumsikan dapat membantu anak-anak lebih memperhatikan apa yang diajarkan di kelas serta tetap lebih fokus saat mengerjakan pekerjaan sekolah mereka sendiri, sehingga membantu proses pembelajaran (Söderqvist & Bergman Nutley, 2015). Deskripsi mengenai kreativitas dari 23 artikel terdapat 98 pernyataan yang berkaitan dengan indikator kreativitas. Pada artikel ini peneliti menggunakan indikator kreativitas yang meliputi berpikir divergen, fleksibilitas, fluency, kebaruan, elaborasi, kemasukakalan dan prsoses inkubasi. Dengan siswa menyadari kelupaan sendiri, maka mereka lebih siap untuk berkembang solusi dan strategi kreatif untuk mencegah lupanya informasi penting di kemudian hari, hal ini sangat bagus penting untuk meningkatkan WM (Sankalaite et al., 2023). Sentral eksekutif mempunyai fungsi

eksekutif yang merupakan salah satu komponen working memory yang sangat penting. Fungsi eksekutif (EF) adalah serangkaian proses mental yang diperlukan untuk konsentrasi dan perhatian selektif dengan tiga fungsi eksekutif utama, yaitu penghambatan (penghambatan perilaku dan kognitif), fleksibilitas kognitif, dan memori kerja (Sankalaite et al., 2023). Temuan menunjukkan bahwa pada berbagai tingkat penguasaan keterampilan, memori kerja lebih terlibat dalam perolehan keterampilan baru, yaitu sebelum siswa dapat mengingat kembali strategi yang telah dipraktikkan dengan baik dari memori jangka panjang (Bull dan Scerif, 2001; Andersson, 2008). Visuospatial Working Memory dikaitkan dengan kinerja dalam matematika (De Smedt et al., 2009; Ashkenazi et al., 2013), keterampilan membaca (Bourke et al., 2014), dan keterampilan motorik (McClelland dan Cameron, 2019), bisa dibilang sebagai pengaruh mendasar dalam pengadaan keterampilan baru (Bull dan Scerif, 2001; Andersson, 2008; Gathercole et al., 2019). Selanjutnya mengenai bidang matematika, terdapat 26 artikel yang mengaitkan dengan aritmatika, geometri dan aljabar. Dimana aritmatika merupakan bidang matematika yang paling banyak dibahas berkaitan dengan working memory yaitu 23 artikel.

Peneliti menganalisis isi pernyataan berdasarkan dua research question yang telah ditentukan, yaitu; Bagaimana gagasan mengenai definisi, komponen dan kemampuan working memory; Serta gagasan working memory pada pembelajaran matematika yang berkaitan dengan reasoning, problem solving dan indikator kreativitas.

Terdapat enam artikel yang membahas mengenai definisi working memory. Definisi menurut Cowan bahwa working memory sebagai seperangkat proses kognitif yang bekerja pada memori jangka panjang dengan dipandu oleh suatu perhatian, misalnya berupa pengambilan dan pemeliharaan (Sankalaite et al., 2023). WM adalah salah satu fungsi eksekutif (EF) utama dan mencakup kumpulan proses kognitif yang menyimpan informasi untuk sementara waktu dalam keadaan yang dapat diakses, cocok untuk melakukan berbagai tugas mental (Sankalaite et al., 2023). Sebelumnya pada tahun 1974 menurut Baddeley dan Hitch mendefinisikan working memory sebagai sistem kognitif atau sebagai konstruksi yang terdiri dari sistem kontrol atensi atau eksekutif pusat, prosesor bebas yang mampu memonitor, merencanakan, memanipulasi informasi dan memilih strategi untuk menyelesaikan tugas-tugas yang ada, selain itu *working memory* bertanggung jawab

untuk menyimpan dan memproses informasi dalam jangka waktu singkat, tidak hanya mencakup mengenai penyimpanan informasi pasif atau sering disebut sebagai memori jangka pendek, tetapi juga merupakan proses eksekutif pusat yang dapat memanipulasi informasi dalam proses penyimpanannya (Baddeley, 2003; Finell et al., 2022). Menurut Baddeley bahwa working memory didefinisikan sebagai sistem berkapasitas terbatas yang mencakup fungsi-fungsi terkait dengan penyimpanan informasi untuk penyimpanan sementara dan pemrosesan informasi dalam mendukung kognisi dan tindakan serta sekaligus memproses informasi lain control perhatian terkait dengan fungsi-fungsinya (Baddeley et al., 2021; Szczygieł, 2021; Swanson et al., 2022). Selain itu, *working memory* didefinisikan sebagai kemampuan memori untuk mengarahkan dan mempertahankan perhatian serta menyimpan dan memanipulasi sejumlah informasi dalam waktu singkat (Malling et al., 2022). Definisi selanjutnya mengenai working memory merupakan bagian dari otak manusia yang memungkinkan peneliti untuk memikirkan sesuatu, menyimpan informasi sementara, dan apabila penyimpanan informasi tersebut dilakukan secara berulang kali maka kemungkinan informasi tersebut akan diteruskan ke memori jangka panjang (Atkinson et al., 2021). Kaitannya komponen *working memory* peneliti menemukan terdapat 11 artikel yang membahas hal tersebut. Menurut McGonnell et al. berdasarkan hasil penelitian bahwa terdapat empat komponen working memory yaitu phonological loop, visuospatial sketchpad, verbal and visuospatial central executive (McGonnell et al., 2024), peneliti yang lain menyebutkan komponen working memory terdiri dari phonological, visuo-spatial, central executive+phonological, central executive+visuo-spatial (Finell et al., 2022). Pada tahun 2000 Baddeley mengemukakan bahwa working memory terdiri dari satu central executive control system dan tiga slave systems yang terdiri dari phonological loop, visuospatial sketchpad dan episodic buffer (Pals et al., 2018). Phonological loop, visuospatial sketchpad merupakan sistem penyimpanan jangka pendek (short term memory) yang bertanggung jawab menyimpan dan melatih pendengaran dan informasi spasial visual masing-masing, sedangkan episodic buffer memfasilitasi pertukaran informasi antara central executive dengan long term memory, dimana long term memory bertanggung jawab atas pemrosesan dan penyimpanan informasi secara simultan (Lee & Bull, 2016). Working memory dapat

digambarkan sebagai satu kesatuan komponen dalam hal ini central executive yang bertanggung jawab menangani dan memproses informasi, dan dua slave system yaitu phonological loop and the visuospatial sketchpad yang bertanggung jawab untuk menyimpan dan menjaga ketersediaan informasi verbal dan visuospasial (Fanari et al., 2019). Jika dibandingkan dengan komponen working memory berdasarkan Baddeley and Hitch's model multi komponen dari memori hanya ada tiga yaitu: phonological loop, visuospatial sketchpad, central executive (van der Ven et al., 2017; Baddeley et al., 2021; Vos et al., 2023; Wallinheimo et al., 2024).

Penjelasan phonological loop, visuospatial sketchpad, central executive sebagai berikut (McGonnell et al., 2024): Komponen pertama phonological loop berdasarkan teorinya mengandung dua bagian, diantaranya berupa penyimpanan fonologis yang dapat menyimpan informasi untuk waktu yang sangat singkat, dan sistem latihan artikulatoris yang memungkinkan peneliti untuk secara singkat meningkatkan kapasitas penyimpanan fonologis melalui latihan verbal. Selajutnya, komponen kedua yaitu visuospasial sketsa yaitu sistem yang memungkinkan peneliti untuk menyimpan atau memanipulasi informasi visual dan/atau informasi spasial yang diterima dari indera atau diakses dari memori jangka panjang. Kemudian komponen ketiga yaitu central executive dimana dapat mengakses informasi verbal atau visuospatial yang tersimpan melalui salah satu sistem lain, tetapi memiliki sistem kontrol atensi yang bertanggung jawab mempertahankan atau mengalihkan fokus. Pada tahun 2004 DeStefano & LeFevre menyatakan bahwa ketiga komponen working memory tersebut memainkan peranan yang penting dalam aritmatika mental, tetapi dalam kondisi yang berbeda (Wallinheimo et al., 2024). Pada tahun 2010 Ecker dan teman-teman penelitiannya mengidentifikasi ada tiga komponen yang ditemukan dalam berbagai tugas working memory update yaitu: retrieval (pengambilan) yaitu mengakses informasi yang akan diperbaharui, transformasi yaitu proses merubah informasi yang disimpan pada working memory dan substitusi yaitu mengganti konten yang ada pada working memory dengan informasi baru (Pelegriana et al., 2020).

Fungsi Eksekutif inti terdiri dari penghambatan kontrol (kemampuan untuk mengendalikan perhatian, perilaku, pikiran, dan emosi, yang memungkinkan seseorang untuk menolak perilaku impulsif dan mengabaikan gangguan), fleksibilitas kognitif (kemampuan untuk beradaptasi dan beralih di antara tugas

atau pikiran, yang memungkinkan penyesuaian terhadap aturan atau prioritas baru), dan WM (kemampuan untuk sementara waktu menahan, memperbarui, dan memanipulasi informasi). Selain itu, para guru menyadari pentingnya membiarkan anak-anak menghadapi tantangan dan mengalami frustrasi. Pendekatan seperti ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengamati dan meniru strategi pemecahan masalah yang digunakan oleh orang lain, yang menghasilkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah dan pengaktifan WM mereka. Gangguan yang disebabkan oleh kebisingan dan gerakan kebisingan dan gerakan yang berlebihan oleh siswa lain dapat menghambat siswa secara berlebihan dan menghambat kemampuan mereka untuk berkonsentrasi. Strategi tersebut secara langsung mendukung, menantang, dan melatih/memperbaiki kemampuan WM anak-anak. Strategi ini tidak hanya tentang membantu siswa dalam konteks langsung, tetapi juga membekali mereka dengan keterampilan untuk menghadapi tantangan di masa depan. Sementara perhatian dan perhatian dan fokus memainkan peran penting dalam kemampuan anak untuk menangkap dan memahami instruksi atau tugas, faktor-faktor ini saja tidak menentukan keberhasilan siswa. Keberhasilan strategi ini sangat bergantung pada atribut, kebutuhan, dan atribut siswa, kebutuhan, dan kemampuan masing-masing siswa, di samping faktor-faktor eksternal, seperti aspek-aspek yang berhubungan dengan guru dan kondisi lingkungan (Sankalaite et al., 2023). Intervensi pola pikir bertujuan untuk memanipulasi keyakinan siswa tentang pembelajaran dan kemampuan intelektual mereka. Meskipun intervensi ini tetap menjadi pendekatan yang populer untuk mengatasi masalah yang berkaitan dengan perubahan sikap dan kinerja, sebuah pemahaman yang lebih baik tentang hubungan antara intervensi pola pikir dan ukuran kemampuan kognitif masih diperlukan (Holden & Goldstein, 2024).

Working Memory Capacity adalah prediktor yang dapat diandalkan untuk kemampuan kognitif dan terkait dengan banyak hasil kinerja yang sama dalam lingkungan akademis seperti pola pikir (Holden & Goldstein, 2024). Meskipun penting untuk dicatat bahwa dari penelitian ini menunjukkan pentingnya mendorong mendorong siswa untuk menggunakan dan memperkuat keterampilan visuospasial saat mereka belajar matematika (Consalvi et al., 2024). Baik dalam studi resolusi ambiguitas dan studi interferensi proaktif, kelompok pemahaman yang baik dan buruk diciptakan dengan mencocokkan,

terkadang berdasarkan kasus per kasus, berdasarkan usia, keakuratan membaca kata, atau kefasihan membaca, dan terkadang untuk kemampuan kognitif nonverbal (Marcia et al., 2016). Memori kerja mencakup kemampuan mengarahkan dan mempertahankan perhatian, serta menyimpan dan memanipulasi sejumlah informasi dalam jangka waktu singkat. Perbedaan antara aspek-aspek yang saling terkait ini memori kerja, yaitu; Pembaruan memori kerja merupakan kemampuan untuk menyimpan satu informasi untuk waktu yang sangat singkat dan berturut-turut memperbarui informasi tunggal ini; Kapasitas memori kerja merupakan jumlah informasi yang dapat disimpan untuk jangka waktu singkat; Manipulasi memori kerja merupakan kemampuan untuk memanipulasi informasi yang disimpan untuk jangka waktu yang singkat (Malling et al., 2022).

Keterampilan dasar dalam mengolah angka tetap penting bagi kemampuan matematika orang dewasa bahkan saat memasukkan kapasitas WM dalam model, yang penting diman jalur-jalur tersebut bervariasi dalam hal kekuatan relatifnya tergantung pada jenis masalah matematika yang sedang dipecahkan (Shi & Liu, 2016). Di sisi lain, masalah numerasi menuntut dalam hal struktur masalah, yang memerlukan perhitungan multi langkah dan penalaran abstrak, yang menjelaskan mengapa kinerja pada ukuran numerasi lebih dipengaruhi oleh WM. Hal ini dikarenakan yang pertama menggunakan strategi penyelesaian yang lebih kompleks dan intensif WM, sehingga menurunkan kinerja ketika beban meningkat (Smeding et al., 2015). Selain itu, proses WM memungkinkan penyimpanan sementara hasil antara perhitungan yang terlibat dalam penyelesaian masalah (Shi & Liu, 2016). Hubungan positif WM atau kinerja WM seharusnya cukup kuat untuk tugas kognitif tingkat tinggi, karena tugas tersebut memerlukan aturan dan tujuan agar berhasil diselesaikan, yang merupakan operasi mental yang lebih baik dilakukan oleh individu dengan WM tinggi daripada rekan mereka dengan WM rendah. Hal ini menjelaskan mengapa kinerja mereka menurun (mengapa mereka di bawah tekanan), tetapi tidak demikian halnya dengan WM rendah yang menggunakan strategi pemecahan yang kurang kompleks sejak awal (sehingga mengurangi pengaruh faktor kontekstual terhadap kinerja) (Smeding et al., 2015). Penelitian selanjutnya juga harus menyelidiki apakah jenis keterampilan matematika lainnya lebih responsif terhadap intervensi, meskipun ada kemungkinan bahwa keterampilan prosedural seperti berhitung lebih

responsif daripada keterampilan lain yang memerlukan pembuatan model matematika dan model situasi (pemecahan masalah). Demikian pula, apakah efeknya akan serupa untuk aspek dan jenis WM lainnya untuk orang dewasa adalah pertanyaan terbuka yang memerlukan penyelidikan lebih lanjut. Memberikan fokus yang lebih seimbang pada memori verbal dan visuo-spasial mungkin merupakan cara yang baik untuk melangkah maju. (Muñoz et al., 2022).

Deskripsi kreativitas pembelajaran matematika pada working memory untuk geometri biasanya menggunakan bentuk, sedangkan aljabar dan aritmatika yang digunakan pengoperasiannya sederhana. Operasi Span (OSPAN) otomatis diselesaikan pasca manipulasi untuk memperoleh status WMC siswa. Tugas OSPAN mengharuskan penyelesaian serangkaian soal aritmatika sambil mengingat daftar huruf. Misalnya, uji coba individu dalam daftar akan mengambil bentuk berikut: "[5 × 9] + 5 = 45? Ya atau Tidak?". Peserta diinstruksikan untuk memecahkan persamaan, menjawab ya atau tidak, lalu mengingat huruf tersebut untuk diingat nanti (Holden & Goldstein, 2024). Arah yang menarik untuk penelitian di masa depan adalah menyelidiki apakah sketsa visuospasial juga penting dalam jenis keterampilan matematika lainnya (soal cerita, geometri, interpretasi grafik) dan untuk subtype keterampilan kalkulasi matematika (misalnya, fakta penjumlahan dasar, fakta perkalian dasar, pengambilan fakta yang dipercepat, penjumlahan yang memerlukan membawa, pengurangan yang memerlukan peminjaman) (McGonnell et al., 2024).

Beberapa faktor kognitif dan emosional berkontribusi pada pemrosesan numerik orang dewasa dengan dan tanpa gangguan koordinasi perkembangan (DCD), yaitu dengan menggunakan tugas aritmatika mental sederhana. Penelitian akan membantu menjembatani kesenjangan dalam penelitian dan menawarkan kemajuan signifikan dalam memahami tantangan matematika yang dihadapi oleh orang dewasa dengan DCD, sehingga membangun dasar awal untuk penyelidikan eksperimental di masa mendatang tentang pemrosesan WM dan kinerja matematika. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa anak-anak dengan Developmental Coordination Disorder (DCD)/Dyspraxia memiliki kinerja matematika yang lebih buruk dibandingkan dengan anak-anak neurotipikal (NT). Namun, belum ada penelitian yang meneliti faktor kognitif dan emosional yang memengaruhi kinerja matematika orang dewasa dengan DCD. Hasil

penelitian mengamati bahwa populasi DCD memiliki kinerja lebih buruk daripada NT dalam matematika. Tugas matematika melibatkan tugas aritmatika mental sederhana yang memerlukan pengambilan fakta aritmatika, di mana peserta diminta untuk menyelesaikan tugas sebanyak mungkin dalam satu menit. Tugas-tugas ini termasuk penjumlahan, pengurangan, dan perkalian satu digit, tetapi dibuat lebih menantang dengan memberlakukan tekanan waktu. Peneliti menemukan bahwa individu dengan DCD menyelesaikan lebih sedikit tugas secara akurat dalam waktu yang dialokasikan, menunjukkan kemungkinan kecepatan pemrosesan yang lebih lambat selama tugas numerik ini. Meskipun penelitian tidak mengukur kecepatan pemrosesan, hasil tugas memberikan wawasan tentang kecepatan pemrosesan orang dewasa DCD ketika tugas kognitif diselesaikan di bawah tekanan waktu (Wallinheimo & Gentle, 2024).

KESIMPULAN

Definisi *Working Memory* (WM) yaitu bagian dari otak manusia dengan sistem berkapasitas terbatas terkait kemampuan memori yang terdiri dari seperangkat proses kognitif (perhatian, mengarahkan, memikirkan, memilih strategi) dan proses informasi (mengambil, menyimpan, memonitor, merencanakan, memanipulasi, memelihara) untuk menyelesaikan tugas-tugas termasuk tugas mental dengan waktu yang singkat dan sementara, apabila penyimpanan informasi tersebut dilakukan secara berulang kali maka kemungkinan informasi tersebut akan diteruskan ke memori jangka panjang. Komponen WM terbagi menjadi: satu *central executive control system* dan tiga *slave systems* (phonological loop, visuospatial sketchpad dan episodic buffer). Selain itu, ada juga yang menggabungkan beberapa komponen WM menjadi komponen WM yang baru, yaitu: *verbal and visuospatial central executive*, *central executive+ phonological*, *central executive+visuo-spatial*. Deskripsi *ability* pada WM meliputi: kemampuan mengendalikan (mengarahkan dan mempertahankan) perhatian, perilaku, pikiran, dan emosi; kemampuan beradaptasi (fleksibilitas kognitif); kemampuan menyimpan, memperbarui, dan memanipulasi informasi; kemampuan mengamati dan meniru strategi pemecahan masalah; kemampuan pemecahan masalah; kemampuan berkonsentrasi; kemampuan menangkap dan memahami instruksi atau tugas; kemampuan intelektual; kemampuan memprediksi; kemampuan kognitif nonverbal. Deskripsi *Problem Solving* dan

reasoning pada WM, yaitu berupa keterampilan menggunakan strategi penyelesaian untuk memecahkan masalah numerasi yang memerlukan perhitungan multi langkah dan penalaran abstrak. Kinerja WM seharusnya cukup kuat untuk tugas kognitif tingkat tinggi, karena tugas tersebut memerlukan aturan dan tujuan agar berhasil diselesaikan. Meskipun ada kemungkinan bahwa keterampilan prosedural seperti berhitung lebih responsif daripada keterampilan lain yang memerlukan pembuatan model matematika dan pemecahan masalah. Deskripsi kreativitas pembelajaran matematika pada WM yaitu baru berupa kelancaran dalam menyelesaikan masalah geometri, aljabar ataupun aritmatika yang memerlukan perhitungan multi langkah dan penalaran abstrak.

DAFTAR PUSTAKA

- Aslaksen, K., & Lorås, H. (2019). Matching instruction with modality-specific learning style: Effects on immediate recall and working memory performance. *Education Sciences*, 9(1), 32. <https://doi.org/10.3390/educsci9010032>
- Atkinson, A. L., Allen, R. J., & Waterman, A. H. (2021). Exploring the understanding and experience of working memory in teaching professionals: a large-sample questionnaire study. *Teaching and Teacher Education*, 103, 103343. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103343>
- Baddeley, A. D., and Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychol. Learn. Motiv.* 8, 47–89. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829–839. <https://doi.org/10.1038/nrn1201>
- Baddeley, A., Hitch, G., & Allen, R. (2021). A multicomponent model of working memory. In R. Logie, V. Camos, & N. Cowan (Eds.), *Working memory: The state of the science*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198842286.003.0002>
- Consalvi, L., Ouwehand, K., & Paas, F. (2024). Effects of Observing Urban and Natural Scenes on Working Memory Depletion and Restoration: An EEG Study. *Education Sciences*, 14(11), 1204. <https://doi.org/10.3390/educsci14111204>
- Fanari, R., Meloni, C., & Massidda, D. (2019). Visual and spatial working memory abilities predict early math skills: a longitudinal study. *Front. Psychol.* 10:2460. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02460>

- Finell, J., Sammallahti, E., Korhonen, J., Eklöf, H. and Jonsson, B. (2022). Working memory and its mediating role on the relationship of math anxiety and math performance: A Meta-Analysis. *Front. Psychol.* 12:798090. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.798090>
- Gerver, C. R., Griffin, J. W., Dennis, N. A., & Beaty, R. E. (2023). Memory and creativity: A meta-analytic examination of the relationship between memory systems and creative cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 30(6), 2116-2154. <https://doi.org/10.3758/s13423-023-02303-4>
- Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (2013). Learning from research: Systematic reviews for informing policy decisions: A quick guide. A paper for the Alliance for Useful Evidence. Nesta.
- Holden, L. R., & Goldstein, B. (2024). Brief Mindset Intervention Changes Attitudes but Does Not Improve Working Memory Capacity or Standardized Test Performance. *Education Sciences*, 14(3), 227. <https://doi.org/10.3390/educsci14030227>
- Lee, K., & Bull, R. (2016). Developmental changes in working memory, updating, and math achievement. *Journal of Educational Psychology*, 108(6), 869-882. <https://doi.org/10.1037/edu0000090>
- Malling, A.S.B., Juul, H., Gejl, A.K., Damsgaard, L., Wienecke, J., & Nielsen, A.M.V. (2022) word reading, letter knowledge, and memory skills in danish children (6-year-olds), *Scandinavian Journal of Educational Research*, 66:7, 1237-1252, <https://doi.org/10.1080/00313831.2021.1983646>
- Marcia A. Barnes, Karla K. Stuebing, Jack M. Fletcher, Amy E. Barth & David J. Francis (2016) Cognitive Difficulties in Struggling Comprehenders and Their Relation to Reading Comprehension: A Comparison of Group Selection and RegressionBased Models, *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 9:2, 153-172, <https://doi.org/10.1080/19345747.2015.1111482>
- Matthews, P. G. (2024). Reflecting From the Border Between Mathematics Education Research and Cognitive Psychology. *Journal for Research in Mathematics Education*, 55(2), 68-75. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc-2023-0229>
- McGonnell, M., Orr, M., Backman, J., Johnson, S. A., Davidson, F., & Corkum, P. (2024). Examining the role of the visuospatial sketchpad in children's math calculation skills using Baddeley and Hitch's model of working memory. *Acta Psychologica*, 246, 104246. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2024.104246>
- Muñoz, D., Lee, K., Bull, R., Khng, K. H., Cheam, F., & Rahim, R. A. (2022). Working memory and numeracy training for children with math learning difficulties: Evidence from a large-scale implementation in the classroom. *Journal of Educational Psychology*, 114(8), 1866. <https://doi.org/10.1037/edu0000732>
- Nilsson, P., Schindler, M., & Bakker, A. (2018). The nature and use of theories in statistics education. In D. Ben-Zvi, K. Makar, & J. Garfield (Eds.), *Springer international handbooks of education. International handbook of research in statistics education* (pp. 359–386). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_11
- Pals, F.F.B., Tolboom, J.L.J., Suhre, C.J.M., & van Geert, P.L.C. (2018). Memorisation methods in science education: tactics to improve the teaching and learning practice, *International Journal of Science Education*, 40:2, 227-241. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1407885>
- Pelegriana, S., Justicia-Galiano, M.J., Martín-Puga, M.E., & Linares, R. (2020). Math anxiety and working memory updating: difficulties in retrieving numerical information from working memory. *Front. Psychol.* 11:669. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00669>
- Sankalaite, S., Huizinga, M., Pollé, S., Xu, C., De Vries, N., Hens, E., Baeyens, D. (2023). A qualitative study into teacher–student interaction strategies employed to support primary school children's working memory. *Educ. Sci.*, 13, 1149. <https://doi.org/10.3390/educsci13111149>
- Sánchez-Pérez, N., Castillo, A., López-López, J. A., Pina, V., Puga, J. L., Campoy, G., ... & Fuentes, L. J. (2018). Computer-based training in math and working memory improves cognitive skills and academic achievement in primary school children: Behavioral results. *Frontiers in Psychology*, 8, 2327. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02327>
- Shi, Z., & Liu, P. (2016). Worrying thoughts limit working memory capacity in math

- anxiety. *PLoS One*, 11(10), e0165644. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165644>
- Smeding, A., Darnon, C., & Van Yperen, N. W. (2015). Why do high working memory individuals choke? An examination of choking under pressure effects in math from a self-improvement perspective. *Learning and Individual Differences*, 37, 176-182. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.11.005>
- Söderqvist, S., & Bergman Nutley, S. (2015). Working memory training is associated with long term attainments in math and reading. *Frontiers in psychology*, 6, 1711. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01711>
- Swanson, H. L., Arizmendi, G. D., & Li, J.-T. (2022). What mediates the relationship between growth in math problem-solving and working memory in English language learners? *Journal of Educational Psychology*, 114(7), 1608–1632. <https://doi.org/10.1037/edu0000718>
- Szczygieł, M. (2021). The relationship between math anxiety and math achievement in young children is mediated through working memory, not by number sense, and it is not direct. *Contemporary Educational Psychology*, 65, 101949. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.101949>
- van der Ven, S.H.G., Klaiber, J.D., & van der Maas, H.L.J. (2017). Four and twenty blackbirds: how transcoding ability mediates the relationship between visuospatial working memory and math in a language with inversion. *Educational Psychology*, 37:4, 487-505. <https://doi.org/10.1080/01443410.2016.1150421>
- Vos, H., Marinova, M., De Léon, S. C., Sasanguie, D., & Reynvoet, B. (2023). Gender differences in young adults' mathematical performance: Examining the contribution of working memory, math anxiety and gender-related stereotypes. *Learning and Individual Differences*, 102, 102255. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102255>
- Wallinheimo, A. S., & Gentle, J. (2024). Maths performance of adults with and without developmental coordination disorder (DCD): The role of working memory and maths anxiety. *Acta psychologica*, 247, 104292. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2024.104292>
- Wang, C., Li, B., & Yao, Y. (2021). Proactive control mediates the relationship between working memory and math ability in early childhood. *Frontiers in Psychology*, 12, 611429. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.611429>