

Implementasi Pendekatan Inovasi Rumus Matematika melalui Musik dan Aktivitas (IRAMA): Studi Kasus Strategi Mnemonik dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar

Evi Faujiah 1^{1*}, Risky Dwiprabowo 2², Arhamuddin Ali 3³, Budiono 4⁴

^{1,2,3}Pendidikan Guru Sekolah Dasar, STKIP Kusuma Negara, Indonesia

⁴Pendidikan Bahasa Inggris, STKIP Kusuma Negara, Indonesia

[*evifaujiah@stkipkusumanegara.ac.id](mailto:evifaujiah@stkipkusumanegara.ac.id)

Abstrak

Matematika sering dipersepsikan sebagai mata pelajaran yang abstrak dan sulit, terutama bagi siswa sekolah dasar ketika harus menghafal dan menerapkan rumus. Kondisi ini sering memicu kecemasan matematika dan rendahnya motivasi belajar. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi penerapan pendekatan IRAMA (Innovation Approach of Mathematical Formulas through Music and Activities) sebagai strategi mnemonik untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam mengingat dan menerapkan rumus matematika. Penelitian menggunakan desain studi kasus kualitatif dengan melibatkan 32 siswa kelas IV dan dua guru matematika di SDI JIS Jakarta. Data dikumpulkan melalui observasi kelas, tugas tertulis siswa, dan wawancara guru. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam recall dan penerapan rumus, dari 56% sebelum intervensi menjadi 87% setelah penerapan IRAMA. Selain itu, pendekatan ini juga meningkatkan keterlibatan, mengurangi kecemasan, serta membangun sikap positif siswa terhadap matematika. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa IRAMA tidak hanya efektif secara kognitif tetapi juga berkontribusi pada penguatan aspek afektif dan sosial dalam pembelajaran matematika.

Kata kunci: Aktivitas, IRAMA, Matematika, Memori, Musik

Abstract

Mathematics is often perceived as an abstract and difficult subject, particularly for elementary school students when it comes to memorizing and applying formulas. This perception frequently leads to mathematics anxiety and low learning motivation. This study aimed to explore the implementation of the IRAMA approach (Innovation Approach of Mathematical Formulas through Music and Activities) as a mnemonic strategy to improve students' ability to recall and apply mathematical formulas. A qualitative case study design was employed, involving 32 fourth-grade students and two mathematics teachers at SDI JIS Jakarta. Data were collected through classroom observations, student written tasks, and semi-structured teacher interviews. The findings revealed a significant improvement in students' formula recall and application, increasing from 56% before the intervention to 87% after IRAMA implementation. Moreover, the approach enhanced engagement, reduced anxiety, and fostered more positive attitudes toward mathematics. This study concludes that IRAMA is not only cognitively effective but also contributes to strengthening affective and social aspects of mathematics learning.

Keywords: Activities, IRAMA, Mathematics, Memory, Music

INTRODUCTION

Matematika diakui secara luas sebagai landasan pendidikan dasar dan memainkan peran penting dalam membekali siswa dengan kemampuan untuk berpikir logis, memecahkan masalah, dan membuat keputusan yang masuk akal (Cirneanu & Moldoveanu, 2024; Kliziene et al., 2022). Di luar kelas, literasi matematika sangat penting untuk menavigasi kehidupan sehari-hari, mulai dari menafsirkan data di media hingga mengelola keuangan dan memahami alat teknologi (Bolstad, 2023; Díez-Palomar et al., 2023). Saat ini masyarakat berbasis pengetahuan saat ini, matematika juga mendukung kemajuan dalam sains, teknik, dan inovasi, menjadikannya kompetensi penting untuk daya saing global dan pembelajaran sepanjang hayat (Malhotra et al., 2023). Pendidikan matematika di tingkat dasar bukan hanya tentang mempelajari angka dan rumus tetapi tentang menumbuhkan keterampilan kognitif dasar yang berfungsi sebagai dasar untuk pembelajaran interdisipliner dan keterampilan abad ke-21 (Suh et al., 2021; Ye & Xu, 2023). Terlepas dari pentingnya pusatnya, matematika terus dianggap oleh banyak siswa sekolah dasar sebagai abstrak dan mengintimidasi, terutama ketika melibatkan hafalan dan penerapan rumus. Siswa sering berjuang untuk beralih dari pengalaman konkret ke representasi abstrak, yang sering menghasilkan pemahaman dan kesalahpahaman yang terfragmentasi (Karali, 2021). Kesulitan terjadi ketika praktik instruksional sangat bergantung pada hafalan daripada eksplorasi konsep yang bermakna. Akibatnya, banyak pelajar mengembangkan kecemasan matematika, fenomena yang terdokumentasi dengan baik yang mengganggu memori kerja dan kemampuan pemecahan masalah, sehingga mengurangi kinerja dan kepercayaan diri (Lennon-Maslin & Quaiser-Pohl, 2024; Máté et al., 2025).

Kesulitan yang terus-menerus dalam pembelajaran matematika selama sekolah dasar sering memprediksi prestasi yang lebih rendah dalam pendidikan menengah dan dapat membatasi akses ke peluang pendidikan tinggi dan jalur karir di bidang STEM (Green & Sanderson, 2018; Lobato, 2008; X. Wang, 2013). Selain itu, siswa yang mengalami kegagalan berulang atau emosi negatif dalam matematika berisiko melepaskan diri dari subjek sama sekali, melanggengkan siklus pencapaian rendah dan penurunan efikasi diri (Ernest, 2018; Zuo et al., 2024). Mengatasi kesulitan yang terus-menerus ini membutuhkan pendekatan instruksional inovatif yang membingkai ulang pembelajaran matematika dari subjek abstrak yang memicu kecemasan menjadi pengalaman yang bermakna dan menyenangkan. Strategi pengajaran harus dibangun di atas kecenderungan alami siswa, seperti bermain, ritme, dan interaksi sosial, untuk membuat konsep abstrak lebih mudah diakses dan berkesan (Abrahamson et al., 2020; Chen & Dong, 2023). Integrasi rumus ke pola yang sudah dikenal melalui metode kreatif dan interdisipliner seperti musik, mendongeng, atau aktivitas fisik siswa lebih cenderung menginternalisasi pengetahuan matematika, mengembangkan sikap positif, dan mempertahankan keterlibatan jangka panjang dengan subjek.

Strategi mnemonik telah diakui secara luas sebagai alat yang efektif untuk meningkatkan memori dan ingatan dalam pendidikan. Strategi mnemonik sangat berguna untuk mengingat rumus, urutan, dan representasi simbolik yang abstrak dan sulit dipahami oleh pelajar muda (Haiyan, 2024). Kluger et al. (2022) berpendapat bahwa instruksi berbasis mnemonik mengurangi beban kognitif dengan menghubungkan informasi baru dengan representasi yang sudah dikenal, memungkinkan peserta didik

untuk memproses konsep matematika dengan lebih efisien. Musik, sering digambarkan sebagai bahasa universal, telah diidentifikasi sebagai salah satu perangkat mnemonik paling kuat karena secara bersamaan merangsang banyak area otak. Irama dan melodi terbukti meningkatkan perhatian, membangkitkan respons emosional, dan memperkuat pengkodean memori jangka panjang (Kelly et al., 2025; Negrete, 2021). Di ruang kelas matematika, mnemonik musik telah berhasil digunakan untuk membantu siswa menghafal rumus, tabel perkalian, dan langkah-langkah pemecahan masalah dengan cara yang menyenangkan dan berkelanjutan (Calvo-Iglesias & Epifanio, 2024).

Ketika musik dikombinasikan dengan aktivitas interaktif seperti bertepuk tangan, gerakan, atau permainan berbasis ritme proses pembelajaran menjadi tidak hanya lebih berkesan tetapi juga lebih menarik. Penelitian dalam psikologi kognitif menunjukkan bahwa gerakan mengaktifkan memori kinestetik, menciptakan koneksi multisensori yang memperkuat ingatan (Kwon & Iedema, 2022). Lebih lanjut, Blasco-Magraner et al. (2021) berpendapat bahwa lingkungan belajar berbasis musik mempromosikan motivasi, kerja sama, dan iklim emosional yang positif, yang semuanya sangat penting untuk mengurangi kecemasan matematika. Strategi mnemonik yang mengintegrasikan musik dan aktivitas fisik mewakili pendekatan holistik untuk pembelajaran matematika, tidak hanya membahas dimensi kognitif tetapi juga afektif dan sosial pendidikan. Musik telah diakui secara luas sebagai bantuan yang efektif dalam pendidikan, ritme dan melodi merangsang berbagai area otak, meningkatkan perhatian, dan memperkuat memori (De La Mora Velasco & Moreno, 2025; Toader et al., 2023). Dalam konteks matematika, musik membantu mengurangi kecemasan dan membangun lingkungan belajar yang positif. Misalnya, Prastyo et al. (2021) menemukan bahwa memasukkan lagu ke dalam pelajaran matematika meningkatkan motivasi dan pemahaman konseptual siswa.

Demikian pula, Guo (2025) menyoroti bahwa intervensi berbasis musik menumbuhkan hasil kognitif dan afektif, membuatnya cocok untuk siswa sekolah dasar. Selain kognitif, musik yang dikombinasikan dengan aktivitas fisik telah terbukti mendukung pembelajaran holistik. Menurut Chettaoui et al. (2022) gerakan mengaktifkan memori kinestetik dan meningkatkan keterlibatan siswa. Ketika siswa bertepuk tangan, bernyanyi, atau bergerak secara sinkron, mereka tidak hanya memperkuat memori tetapi juga mengalami matematika sebagai mata pelajaran yang dinamis dan menyenangkan. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa pembelajaran terintegrasi musik meningkatkan kolaborasi, kreativitas, dan partisipasi di kelas (Zhang & Hu, 2025; Zhongsheng, 2025). Meskipun penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi mnemonik, musik, dan aktivitas secara mandiri, penelitian terbatas telah secara sistematis mengintegrasikan elemen-elemen ini ke dalam satu kerangka pedagogis tunggal untuk pendidikan matematika. Beberapa penelitian di Indonesia telah mendokumentasikan implementasi berbasis kelas yang menunjukkan bagaimana musik dan aktivitas dapat diterapkan untuk mengajarkan formula secara efektif di sekolah dasar. Oleh karena itu, penelitian ini mengisi kesenjangan ini dengan memperkenalkan pendekatan IRAMA, model terstruktur yang menggabungkan strategi mnemonik, musik, dan kegiatan untuk meningkatkan pembelajaran matematika siswa. Pengamatan kelas dilakukan di SDI JIS Jakarta mengungkapkan bahwa siswa sering kesulitan mengingat rumus dasar luas, keliling, dan pecahan, bahkan setelah pengajaran berulang. Guru mencatat bahwa meskipun siswa dapat melakukan perhitungan, mereka sering lupa

rumus ketika diminta untuk menerapkannya dalam konteks pemecahan masalah. Penggunaan ritme atau nyanyian informal di kelas menghasilkan peningkatan yang nyata dalam antusiasme dan ingatan, menunjukkan bahwa integrasi terstruktur musik dan aktivitas dapat memberikan solusi yang berkelanjutan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, Pendekatan Inovasi Rumus Matematika melalui Musik dan Aktivitas (IRAMA) dikembangkan sebagai model pedagogis yang mengintegrasikan ritme, melodi, dan gerakan ke dalam pembelajaran matematika. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana pendekatan IRAMA dapat meningkatkan ingatan siswa terhadap rumus, meningkatkan keterlibatan, dan menumbuhkan sikap positif terhadap matematika. Penelitian ini dipandu oleh pertanyaan-pertanyaan berikut: 1) Bagaimana pendekatan IRAMA diterapkan di kelas matematika dasar?; 2) Sejauh mana integrasi musik dan aktivitas meningkatkan kemampuan siswa untuk mengingat dan menerapkan rumus?; 3) Bagaimana pendekatan IRAMA memengaruhi keterlibatan dan sikap siswa terhadap pembelajaran matematika? Kebaruan dari penelitian ini terletak pada integrasi interdisipliner matematika, musik, dan aktivitas fisik ke dalam model pengajaran yang terstruktur. Sementara penelitian sebelumnya meneliti mnemonik atau musik secara terpisah, penelitian ini secara sistematis menggabungkannya dalam konteks sekolah dasar Indonesia, menawarkan bukti empiris dan wawasan praktis untuk pendidikan matematika lokal dan global.

RESEARCH METHOD

Penelitian ini menggunakan desain studi kasus kualitatif untuk mengeksplorasi implementasi Pendekatan Inovasi Rumus Matematika melalui Musik dan Aktivitas (IRAMA) di kelas matematika dasar. Studi kasus dalam penelitian ini mencakup pemeriksaan mendalam tentang praktik instruksional dalam konteks pendidikan kehidupan nyata (Arseven, 2018; Stevenson, 2004). Pendekatan kualitatif memberikan kesempatan untuk menangkap pengalaman siswa, persepsi guru, dan dinamika kelas secara holistik (Creswell et al., 2012).

Partisipan

Penelitian ini melibatkan 32 siswa kelas IV (usia 9-10 tahun) dan dua guru matematika di SDI JIS Jakarta. Para peserta dipilih melalui purposive sampling, karena mereka mewakili ruang kelas di mana siswa sebelumnya menunjukkan kesulitan dalam menghafal dan menerapkan rumus matematika. Guru yang berpartisipasi dalam penelitian ini memiliki setidaknya lima tahun pengalaman mengajar dan bertanggung jawab langsung atas pengajaran matematika di kelas yang dipilih.

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui tiga sumber utama: observasi kelas, tugas tertulis siswa, dan wawancara guru semi-terstruktur. Pengamatan kelas berfokus pada keterlibatan siswa, partisipasi, dan kemampuan untuk mengingat formula selama pengajaran. Lembar kerja siswa dianalisis untuk menilai akurasi dalam menerapkan rumus, sementara wawancara guru mengeksplorasi tantangan instruksional dan persepsi tentang pendekatan IRAMA. Menggunakan beberapa sumber data memastikan kekayaan data

dan mendukung triangulasi metodologis (Hair et al., 2021).

Prosedur

Implementasi pendekatan IRAMA dilakukan dalam tiga tahap: 1) Pengenalan rumus melalui ritme atau lagu siswa dibimbing untuk menyanyikan atau melantunkan rumus secara kolektif, memungkinkan isyarat pendengaran dan ritmis untuk memperkuat memori; 2) Integrasi dengan kegiatan interaktif, siswa terlibat dalam tepuk tangan, gerakan tangan, dan permainan kelompok berbasis ritme untuk memperkuat memori kinestetik; 3) Penerapan dalam tugas pemecahan masalah – Siswa diharuskan menerapkan rumus yang dihafal dalam latihan tertulis dan soal matematika kontekstual.

Data Analysis

Data yang dikumpulkan dianalisis secara tematik, dengan fokus pada tiga dimensi: (1) keterlibatan siswa, (2) keakuratan penarikan formula, dan (3) dinamika kelas. Proses pengkodean dilakukan untuk mengidentifikasi pola berulang dalam catatan observasi, lembar kerja siswa, dan transkrip wawancara. Triangulasi di seluruh sumber data ini diterapkan untuk meningkatkan validitas dan keandalan temuan (Bans-Akutey & Tiimub, 2021).

RESULT AND DISCUSSION

Bagian hasil dan pembahasan dalam penelitian ini menyajikan temuan empiris yang diperoleh melalui penerapan pendekatan IRAMA (Irama, Ritme, Aktivitas, Musik, dan Aplikasi) dalam pembelajaran matematika dasar. Penyajian hasil dilakukan secara deskriptif sesuai dengan data observasi, wawancara, dan penilaian kinerja siswa di kelas, sedangkan pembahasan mengaitkan temuan tersebut dengan teori serta penelitian terdahulu. Secara khusus, penelitian ini berusaha menjawab beberapa pertanyaan penelitian berikut: 1) Bagaimana implementasi pendekatan IRAMA dalam pembelajaran matematika dasar dapat membantu siswa menghafal dan menerapkan rumus?; 2) Sejauh mana pendekatan IRAMA berkontribusi terhadap peningkatan retensi dan pemahaman konsep matematika siswa? 3) Bagaimana pengaruh pendekatan IRAMA terhadap sikap, motivasi, dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika?

Penerapan Pendekatan IRAMA di Ruang Kelas Matematika Dasar

Pendekatan IRAMA diimplementasikan dalam tiga tahap: (1) Pengenalan rumus melalui ritme dan lagu, di mana siswa mempelajari rumus matematika dengan bernyanyi atau melantunkan secara berkelompok; (2) Integrasi dengan aktivitas fisik, seperti bertepuk tangan, gerakan tangan, dan permainan ritme kolaboratif untuk memperkuat rumus; dan (3) Penerapan dalam tugas pemecahan masalah, di mana siswa menerapkan rumus yang dihafal untuk latihan. Hasil observasi menunjukkan bahwa kombinasi ritme, melodi, dan gerakan menciptakan suasana kelas yang terstruktur namun menyenangkan. Siswa secara aktif berpartisipasi dalam kegiatan menyanyi dan gerakan, yang membantu mereka menginternalisasi formula secara lebih alami. Guru melaporkan bahwa integrasi terstruktur ini praktis, mudah diterapkan, dan dapat disesuaikan dengan berbagai topik matematika. Temuan ini sejalan dengan Khalil (2024), yang berpendapat bahwa integrasi

musik dan aktivitas fisik merangsang beberapa jalur memori, sehingga meningkatkan efektivitas pembelajaran. Dalam studi kasus ini, pendekatan IRAMA berhasil mengubah formula pembelajaran dari tugas berulang menjadi pengalaman yang menarik dan interaktif. Berikut temuan penelitian penerapan lagu untuk pengenalan rumus-rumus matematika.



Gambar 1. Rumus Segitiga

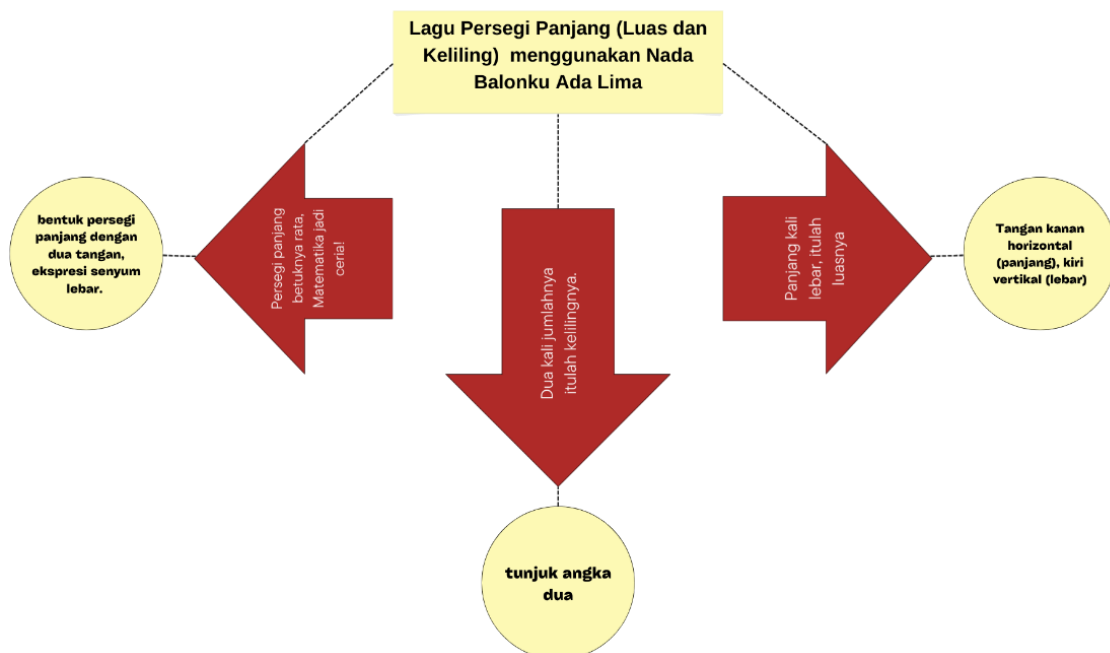
Rumus segitiga menggunakan nada: *Potong Bebek Angsa*) mengajarkan rumus luas dan keliling segitiga melalui nyanyian dan gerakan sederhana. Tangan dibentuk segitiga di atas kepala atau depan dada untuk merepresentasikan bentuk bangun, sementara gerakan menunjuk alas dan tinggi membantu siswa mengingat komponen rumus. Hasil observasi di kelas siswa dengan cepat menghafal lirik dan mampu mengaitkan rumus luas segitiga = $\frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi}$ dengan gerakan tangan. Saat menyanyi, siswa tertawa dan bersemangat, suasana kelas menjadi lebih cair dan inklusif. Menurut Daza Gonzalez et al. (2023) gerakan tangan memperkuat pemahaman konsep abstrak dengan memberi representasi visual-kinestetik. Lagu ini menunjukkan bagaimana IRAMA mampu menghubungkan abstraksi (rumus) dengan pengalaman tubuh. Siswa tidak hanya hafal rumus, tetapi juga mampu menggunakannya saat menyelesaikan soal kontekstual.

selanjutnya rumus persegi menggunakan nada: *Naik Delman*, tujuannya memperkenalkan rumus luas (sisi $\times$ sisi) dan keliling ($4 \times$ sisi). Lirik "persegi punya empat sisi, semuanya sama panjang" dipadukan dengan gerakan menunjuk empat jari dan tangan merentang sejajar. Hasil observasi siswa lebih mudah mengingat sifat-sifat persegi (empat sisi sama panjang). Beberapa siswa yang sebelumnya lupa "keliling = $4 \times$ sisi" langsung bisa menyebutkan dengan nyaring setelah menyanyikan lagu. Lagu ini mendukung prinsip multisensory learning (Fadeev & Milyakina, 2021), di mana *auditory* (lagu), *kinesthetic* (gerakan), dan *visual* (membayangkan bangun) bekerja bersamaan. Peningkatan pemahaman konseptual, dan siswa tidak hanya hafal, tetapi bisa menjelaskan mengapa keliling dihitung dengan mengalikan sisi sebanyak empat. Berikut lirik dan gerakan untuk rumus persegi.



Gambar 2. Rumus Persegi

Rumus selanjutnya luas persegi panjang menggunakan nada lagu balonku ada lima berikut lirik dan gerakan yang digunakan dalam proses pembelajaran

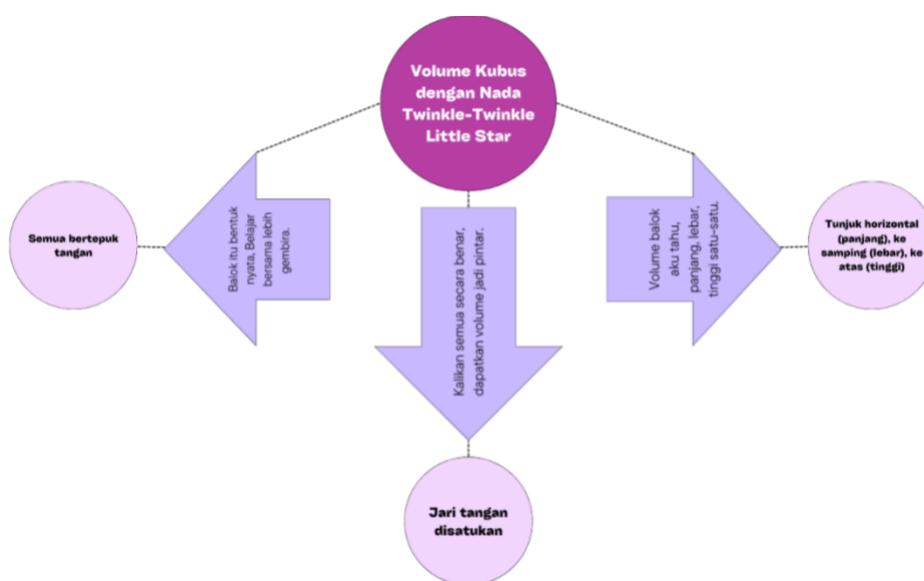


Gambar 3. Rumus Persegi Panjang

Rumus persegi panjang menggunakan nada *Balonku Ada Lima*, bertujuan menjelaskan rumus luas ($p \times l$) dan keliling ($2 \times (p + l)$). Gerakan tangan horizontal-vertikal menggambarkan panjang dan lebar, sedangkan menunjuk angka dua memperkuat konsep keliling. Hasil observasi menunjukkan siswa menikmati lagu dengan ekspresi senyum lebar. Saat diberikan soal keliling persegi panjang, lebih dari 80% siswa langsung menuliskan rumus dengan benar. Musik dengan lirik sederhana memperkuat

encoding memori jangka panjang (Napadow & Harmat, 2024). Penggunaan lagu tradisional anak-anak (*Balonku*) juga memberi *familiaritas*, sehingga menurunkan kecemasan matematika (Irmayanti et al., 2025). Retensi rumus lebih kuat, rasa percaya diri meningkat, terutama pada siswa yang biasanya mengalami kesulitan mengingat rumus.

Selanjutnya rumus volume balok menggunakan nada *Twinkle Twinkle Little Star* bertujuan mengajarkan rumus volume ($p \times l \times t$). Gerakan menunjuk horizontal, samping, dan atas menggambarkan panjang, lebar, tinggi; diikuti gerakan jari "kalikan semua" dan simbol jempol untuk "jadi pintar". Hasil Observasi menunjukkan siswa antusias menirukan gerakan, berikut lirik dan gerakan untuk rumus volume kubus.



Gambar 4. Rumus Volume Kubus

Beberapa siswa bahkan spontan menyanyikan ulang saat diminta menyelesaikan soal volume balok. Sesuai dengan temuan Mora Velasco & Moreno (2025), musik meningkatkan kapasitas perhatian dan verbal *intelligence*. Integrasi gerakan memperkuat pemahaman spasial, yang penting dalam materi bangun ruang. Siswa tidak hanya hafal, tetapi lebih mudah membayangkan balok sebagai bangun ruang tiga dimensi.

Demikian juga rumus luas segitiga menggunakan nada lagu *Potong Bebek Angsa* tujuannya sama dengan lagu pertama, tetapi versi ini menekankan penerapan rumus luas segitiga dan penguatan konsep keliling. Hasil Observasi: Lagu ini efektif digunakan sebagai pengulangan. Siswa menyanyi sambil bergerak, lalu langsung dapat menyebutkan rumus dengan benar tanpa melihat catatan. Menurut Q. Wang & Luo (2022), pembelajaran matematika berbasis musik meningkatkan disposisi positif siswa terhadap matematika. Lagu ini berfungsi bukan hanya untuk kognitif, tetapi juga afektif: siswa lebih menyukai pelajaran. Pembelajaran lebih menyenangkan, siswa menyebut "rumus jadi gampang" ketika diwawancara guru. Berikut lirik dan gerakan divisualisasikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rumus Luas Segitiga

Implementasi pendekatan IRAMA dioperasionalkan melalui pembuatan lagu matematika yang diiringi gerakan tubuh. Setiap formula diterjemahkan ke dalam lirik yang diadaptasi dari lagu-lagu anak-anak Indonesia yang sudah tidak asing lagi, seperti *Potong Bebek Angsa*, *Naik Delman*, *Balonku Ada Lima*, dan *Twinkle Twinkle Little Star*. Ritme dan melodi lagu-lagu ini diselaraskan dengan hati-hati dengan rumus matematika, sementara gerakan yang sesuai berfungsi sebagai penguatan kinestetik. Misalnya, ketika bernyanyi tentang luas segitiga, siswa membentuk segitiga dengan tangan mereka di atas kepala mereka, atau menunjuk ke bawah untuk mewakili pangkal dan ke atas untuk menunjukkan ketinggian. Kombinasi lirik, ritme, dan gerakan ini dirancang untuk memastikan bahwa siswa dapat menghubungkan rumus abstrak dengan pengalaman yang konkret dan terwujud. Desain semacam itu mencerminkan prinsip-prinsip pembelajaran multimodal, di mana saluran pendengaran, visual, dan kinestetik bekerja secara bersamaan untuk memperkuat retensi (Di Fuccio et al., 2025; El-Saftawy et al., 2024). Selain itu, dengan menggunakan lagu-lagu yang akrab secara budaya, proses pembelajaran dibuat menyenangkan dan dapat diakses, menurunkan hambatan kecemasan dan meningkatkan inklusivitas. Pengembangan terstruktur dari lagu-lagu ini menunjukkan bagaimana IRAMA memberikan model praktis bagi guru untuk mengubah hafalan formula menjadi pengalaman yang interaktif dan bermakna.

Implementasi lagu-lagu di kelas menunjukkan dampak positif pada keterlibatan dan kemampuan mengingat siswa. Observasi mengungkapkan bahwa siswa sangat antusias selama kegiatan menyanyi dan gerakan. Mereka berpartisipasi aktif, sering tertawa dan tertawa saat melakukan gerakan, yang menciptakan suasana kelas yang menyenangkan. Guru melaporkan bahwa bahkan siswa yang biasanya berjuang dengan matematika menjadi lebih percaya diri dan bersedia untuk berpartisipasi ketika rumus disajikan melalui lagu. Penggunaan lagu IRAMA juga meningkatkan retensi dan aplikasi formula. Setelah beberapa sesi, mayoritas siswa dapat melafalkan rumus untuk luas segitiga, keliling kotak, dan volume prisma persegi panjang tanpa ragu-ragu. Lebih

penting lagi, mereka dapat menerapkan rumus ini dengan benar dalam memecahkan kumpulan masalah tertulis. Ini menegaskan temuan sebelumnya bahwa musik dan ritme memfasilitasi pengkodean memori jangka panjang (Li et al., 2022; Ren & Brown, 2024) dan pembelajaran yang diwujudkan melalui gerakan meningkatkan pemahaman konseptual (Ozkan & Umdü Topsakal, 2021). Lebih lanjut, guru menyoroti fleksibilitas dan kepraktisan pendekatan ini. Karena lagu-lagu tersebut didasarkan pada melodi yang sudah dikenal, mereka mudah dipelajari dan dapat diadaptasi untuk konsep matematika lainnya. Integrasi gerakan juga mendukung manajemen kelas, karena siswa lebih fokus dan kooperatif selama kegiatan. Temuan ini sejalan dengan temuan yang menunjukkan bahwa mengintegrasikan musik dan matematika tidak hanya mendukung hasil kognitif tetapi juga memelihara sikap positif dan interaksi sosial di antara siswa (Bassachs et al., 2022).

Pengaruh Musik dan Aktivitas terhadap Formula Recall dan Penerapan Siswa

Analisis data menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan siswa untuk mengingat dan menerapkan rumus setelah implementasi IRAMA. Dalam penilaian pra-observasi, hanya 56% siswa yang dapat menyatakan dan menggunakan rumus dengan benar untuk area dan perimeter. Setelah intervensi IRAMA, persentasenya naik menjadi 87%. Siswa tidak hanya mampu melafalkan rumus melalui lagu, tetapi juga menunjukkan penerapannya dalam memecahkan masalah matematika kontekstual. Hal ini menandakan adanya pergeseran dari sekadar *rote memorization* menuju pembelajaran yang lebih bermakna (*meaningful learning*). Peningkatan ini menunjukkan bahwa pengkodean mnemonik melalui ritme dan melodi memungkinkan siswa menyimpan rumus dalam memori jangka panjang dengan lebih efektif. Selain itu, penggunaan aktivitas fisik memperkuat memori kinestetik, memungkinkan siswa untuk mengingat formula dalam kondisi pemecahan masalah. Dengan kata lain, integrasi *auditory*, *visual*, dan *kinesthetic channels* membentuk pengalaman belajar multimodal yang lebih kuat (Noguez et al., 2021).

Hasil penelitian ini konsisten dengan temuan Calvo-Iglesias & Epifanio (2024), yang menyoroti peran musik dalam meningkatkan retensi memori, serta Akpan et al. (2021) yang menekankan bahwa mnemonik dapat mengurangi beban kognitif dengan menghubungkan pengetahuan baru dengan pola yang sudah dikenal. Penelitian lain menegaskan bahwa musik mampu meningkatkan mood dan perhatian, yang pada gilirannya berkontribusi terhadap peningkatan kinerja kognitif siswa (Khairul Ázmi et al., 2024). Lebih lanjut, penelitian lain menunjukkan bahwa integrasi musik dalam pembelajaran matematika tidak hanya meningkatkan kemampuan kognitif tetapi juga sikap positif siswa terhadap mata pelajaran (Alam & Mohanty, 2023).

Selain aspek kognitif, pendekatan IRAMA juga memberikan dampak afektif. Observasi kelas menunjukkan bahwa siswa lebih bersemangat, berani tampil, dan menunjukkan ekspresi positif ketika menyanyikan rumus dengan gerakan. Hal ini selaras dengan penelitian Vigl et al. (2023), yang menyatakan bahwa musik dapat menurunkan tingkat kecemasan belajar dan menciptakan suasana emosional yang mendukung motivasi. Dalam konteks ini, IRAMA berkontribusi terhadap penurunan math anxiety sekaligus peningkatan rasa percaya diri siswa. Dari perspektif sosial, pembelajaran berbasis musik dan aktivitas menciptakan interaksi yang lebih kolaboratif. Siswa

bernyanyi dan bergerak bersama, membentuk rasa kebersamaan dalam belajar matematika. Hal ini sejalan dengan temuan José María et al. (2025), yang menekankan bahwa aktivitas musik kolaboratif dapat mengembangkan keterampilan sosial, koordinasi, dan kerja sama kelompok. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa pendekatan IRAMA tidak hanya meningkatkan *recall* dan penerapan formula matematika, tetapi juga memperkuat motivasi, keterlibatan, dan interaksi sosial siswa. Integrasi musik, gerakan, dan aktivitas belajar menjadikan matematika yang sebelumnya dianggap abstrak menjadi lebih kongkret, menyenangkan, dan bermakna, sekaligus membuka peluang untuk inovasi pedagogis yang lebih luas dalam pendidikan dasar.

Pengaruh IRAMA terhadap Keterlibatan dan Sikap Siswa terhadap Matematika

Pendekatan IRAMA memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap keterlibatan dan sikap siswa dalam pembelajaran matematika. Selama observasi kelas, siswa menunjukkan tingkat antusiasme, keceriaan, dan partisipasi aktif yang lebih tinggi dibandingkan dengan pendekatan konvensional. Aktivitas seperti bernyanyi, bertepuk tangan, dan bergerak mengikuti irama membuat suasana belajar lebih hidup dan mendorong keterlibatan emosional siswa. Bahkan siswa yang biasanya pasif atau cemas terhadap matematika menunjukkan kesediaan untuk berpartisipasi, baik secara individu maupun kolaboratif. Guru melaporkan adanya penurunan nyata dalam math anxiety serta peningkatan semangat kolaboratif di antara siswa. Hal ini penting karena kecemasan terhadap matematika sering menjadi penghambat dalam pencapaian akademik (Khasawneh et al., 2021). Selain itu, siswa secara eksplisit menyebutkan bahwa pelajaran terasa lebih “menyenangkan” dan “mudah diingat.” Pergeseran persepsi ini mengindikasikan bahwa domain afektif pembelajaran dapat diperkuat melalui strategi pedagogis kreatif, sehingga matematika tidak lagi dipandang sebagai mata pelajaran yang menakutkan, melainkan menyenangkan.

Secara lebih luas, temuan ini sejalan dengan penelitian Akin (2025), yang menemukan bahwa pembelajaran matematika berbasis musik dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman konseptual siswa. Selain itu, De La Mora Velasco & Moreno (2025), menegaskan bahwa musik mampu menumbuhkan keterlibatan kognitif sekaligus emosional, sehingga siswa lebih aktif dalam proses belajar. Tidak hanya berdampak pada individu, pendekatan IRAMA juga memperkuat dimensi sosial pembelajaran. Bernyanyi bersama dan melakukan gerakan ritmis mendorong interaksi kolaboratif, memperkuat ikatan antar siswa, serta melatih keterampilan sosial mereka.

Secara keseluruhan, hasil menunjukkan bahwa IRAMA efektif dalam (1) menyediakan kerangka implementasi yang terstruktur namun menyenangkan, (2) secara signifikan meningkatkan retensi dan penerapan rumus siswa, dan (3) menumbuhkan keterlibatan dan sikap positif terhadap matematika. Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang berfokus pada musik atau strategi mnemonik secara terpisah, penelitian ini menyoroti kebaruan menggabungkan musik, aktivitas, dan mnemonik secara sistematis ke dalam model pedagogis terpadu. Pendekatan IRAMA menunjukkan potensi inovasi interdisipliner dalam pendidikan matematika, terutama dalam konteks di mana siswa secara tradisional berjuang dengan konsep abstrak. Dengan melibatkan dimensi kognitif, afektif, dan sosial secara bersamaan, IRAMA menawarkan implikasi praktis bagi guru,

pengembang kurikulum, dan pembuat kebijakan yang berusaha meningkatkan hasil pembelajaran matematika di sekolah dasar.

CONCLUSION

Temuan penelitian ini menegaskan bahwa tantangan abstraksi, low remind, dan kecemasan matematika di kalangan siswa SD dapat diatasi melalui strategi pedagogis yang inovatif. Pendekatan IRAMA, yang mengintegrasikan ritme, musik, dan aktivitas fisik, telah menunjukkan potensinya untuk mengubah pembelajaran matematika menjadi pengalaman yang lebih menarik, berkesan, dan bermakna. Implementasinya yang terstruktur memungkinkan siswa untuk tidak hanya mengingat rumus dengan akurasi yang lebih besar tetapi juga menerapkannya secara efektif dalam pemecahan masalah kontekstual. Di luar keuntungan kognitif, IRAMA menumbuhkan antusiasme, kolaborasi, dan sikap positif terhadap matematika, mengurangi kecemasan dan meningkatkan kepercayaan diri siswa terhadap kemampuan belajar mereka. Hasil ini menunjukkan bahwa pengajaran matematika tidak boleh terbatas pada hafalan, melainkan diperkaya dengan dimensi multimodal dan afektif yang mendukung pengembangan siswa holistik.

Implikasi dari penelitian ini meluas ke guru, yang dapat mengadopsi IRAMA sebagai model yang fleksibel dan berbiaya rendah untuk memberi energi pada praktik kelas; kepada peneliti, yang dapat menyelidiki lebih lanjut persimpangan interdisipliner musik, memori, dan kognisi matematika; dan kepada pembuat kebijakan, yang mungkin mempertimbangkan untuk mengintegrasikan strategi kreatif dan responsif budaya ke dalam kurikulum. Meski demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan. Temuan ini berasal dari konteks sekolah tunggal dengan sampel yang relatif kecil, yang dapat membatasi generalisasinya. Penelitian masa depan dapat diperluas dengan menggunakan sampel yang lebih besar di beragam pengaturan pendidikan, mengintegrasikan desain eksperimental atau kuasi-eksperimental untuk memperkuat kesimpulan kausal, dan mengeksplorasi efek jangka panjang IRAMA pada pencapaian matematika, kreativitas, dan disposisi siswa. Upaya tersebut akan semakin memperjelas ruang lingkup dan keberlanjutan IRAMA sebagai pendekatan transformatif dalam pendidikan matematika.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis menyampaikan apresiasi yang tulus kepada para guru dan siswa SDI JIS Jakarta atas partisipasi dan kolaborasi yang antusias selama penelitian berlangsung. Terima kasih khusus juga disampaikan kepada rekan-rekan yang memberikan umpan balik yang konstruktif selama proses penelitian. Pekerjaan ini didukung sepenuhnya oleh pendanaan independen dari penulis, tanpa sponsor keuangan eksternal yang terlibat

REFERENCES

Abrahamson, D., Nathan, M. J., Williams-Pierce, C., Walkington, C., Ottmar, E. R., Soto, H., & Alibali, M. W. (2020). The Future of Embodied Design for Mathematics Teaching

- and Learning. *Frontiers in Education*, 5, 147. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00147>
- Akın, A. (2025). Let me make mathematics and music together: A meta-analysis of the causal role of music interventions on mathematics achievement. *Educational Studies*, 51(4), 386–404. <https://doi.org/10.1080/03055698.2023.2216826>
- Akpan, Dr. J., E. Notar, Dr. C., & Beard, Dr. L. (2021). The Impact of Mnemonics as Instructional Tool. *Journal of Education and Human Development*, 10(3). <https://doi.org/10.15640/jehd.v10n3a3>
- Alam, A., & Mohanty, A. (2023). Music and Its Effect on Mathematical and Reading Abilities of Students: Pedagogy for Twenty-First Century Schools. In D. A. Karras, S. K. Oruganti, & S. Ray, *Interdisciplinary Perspectives on Sustainable Development* (1st ed., pp. 342–346). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003457619-67>
- Arseven, I. (2018). The Use of Qualitative Case Studies as an Experiential Teaching Method in the Training of Pre-service Teachers. *International Journal of Higher Education*, 7(1), 111. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v7n1p111>
- Bans-Akutey, A., & Tiimub, B. M. (2021). Triangulation in Research. *Academia Letters*. <https://doi.org/10.20935/AL3392>
- Bassachs, M., Serra, T., Bubnys, R., Cañabate, D., & Colomer, J. (2022). Multimodal Approaches to Math and Physical Education within Cooperative Learning to Enhance Social Attitudes. *Sustainability*, 14(24), 16961. <https://doi.org/10.3390/su142416961>
- Blasco-Magraner, J. S., Bernabe-Valero, G., Marín-Liébana, P., & Moret-Tatay, C. (2021). Effects of the Educational Use of Music on 3- to 12-Year-Old Children's Emotional Development: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3668. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073668>
- Bolstad, O. H. (2023). Lower secondary students' encounters with mathematical literacy. *Mathematics Education Research Journal*, 35(1), 237–253. <https://doi.org/10.1007/s13394-021-00386-7>
- Calvo-Iglesias, E., & Epifanio, I. (2024). Revisiting Male Allies in Mathematics and Physics Throughout History: Role Models for Men in STEM Education. *Education Sciences*, 14(5), 535. <https://doi.org/10.3390/educsci14050535>
- Chen, Y., & Dong, Z. (2023). Students' Psychological Analysis for Classroom Teaching Strategies of Art Songs Based on STEAM Education. *Sustainability*, 16(1), 323. <https://doi.org/10.3390/su16010323>
- Chettaoui, N., Atia, A., & Bouhlel, Med. S. (2022). Examining the Effects of Embodied Interaction Modalities on Students' Retention Skills in a Real Classroom Context. *Journal of Computers in Education*, 9(4), 549–569. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00213-9>
- Cirneanu, A.-L., & Moldoveanu, C.-E. (2024). Use of Digital Technology in Integrated Mathematics Education. *Applied System Innovation*, 7(4), 66. <https://doi.org/10.3390/asi7040066>
- Creswell, J., Plano Clark, V. L., Smith, K. C., & Meissner, H. I. (2012). Best practices in mixed methods for quality of life research. *Quality of Life Research*, 21(3), 377–380. <https://doi.org/10.1007/s11136-012-0122-x>
- Daza Gonzalez, M. T., Phillips-Silver, J., Maurino, N. G., García, L. F., & Ruiz-Castañeda, P. (2023). Improving phonological skills and reading comprehension in deaf children:

- A new multisensory approach. *Scientific Studies of Reading*, 27(2), 119–135. <https://doi.org/10.1080/10888438.2022.2095280>
- De La Mora Velasco, E., & Moreno, M. (2025). Music and online learning: New perspectives and directions. *Educational Technology Research and Development*. <https://doi.org/10.1007/s11423-025-10491-0>
- Di Fuccio, R., Ponticorvo, M., Nadim, M. A., & Limone, P. (2025). Exploring the effect of digital and multisensory educational materials on retention in primary school using Tangible User Interfaces. *Interactive Learning Environments*, 33(4), 2928–2938. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2427277>
- Díez-Palomar, J., Ramis-Salas, M., Močnik, I., Simonič, M., & Hoogland, K. (2023). Challenges for numeracy awareness in the 21st century: Making visible the invisible. *Frontiers in Education*, 8, 1295781. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1295781>
- El-Saftawy, E., Latif, A. A. A., ShamsEldeen, A. M., Alghamdi, M. A., Mahfoz, A. M., & Aboulhoda, B. E. (2024). Influence of applying VARK learning styles on enhancing teaching skills: Application of learning theories. *BMC Medical Education*, 24(1), 1034. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05979-x>
- Ernest, P. (Ed.). (2018). *The Philosophy of Mathematics Education Today*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-77760-3>
- Fadeev, A., & Milyakina, A. (2021). Multisensory learning environments. *Research project Education on Screen. SHS Web of Conferences*, 130, 02003. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202113002003>
- Green, A., & Sanderson, D. (2018). The Roots of STEM Achievement: An Analysis of Persistence and Attainment in STEM Majors. *The American Economist*, 63(1), 79–93. <https://doi.org/10.1177/0569434517721770>
- Guo, Y. (2025). Music therapy in psychological and educational context: Enhancing emotional and cognitive development of students. *Acta Psychologica*, 254, 104820. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.104820>
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2021). *Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Using R: A Workbook*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-80519-7>
- Haiyan, G. (2024). Mnemonics. In Z. Kan (Ed.), *The ECPH Encyclopedia of Psychology* (pp. 944–945). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-7874-4_972
- Irmayanti, M., Chou, L.-F., & Anuar, N. N. B. Z. (2025). Storytelling and math anxiety: A review of storytelling methods in mathematics learning in Asian countries. *European Journal of Psychology of Education*, 40(1), 24. <https://doi.org/10.1007/s10212-024-00927-1>
- José María, E.-F., Esteve-Faubel, R. P., Chust-Pérez, V., & Botella-Quirant, M. T. (2025). Fostering soft skills through collaborative music projects in the initial education stage of primary teachers. *Social Sciences & Humanities Open*, 12, 101681. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101681>
- Karali, Y. (2021). Interdisciplinary Approach in Primary School Mathematics Education. *Education Quarterly Reviews*, 4(4). <https://doi.org/10.31014/aior.1993.04.04.382>
- Kelly, C. Y. Y., Khloe, L. K. J., Shermaine, S. A. A., & Wai, A. A. P. (2025). MEloious MEmory (MEME): Syncing Music and Electroencephalogram (EEG) Neurofeedback to Enhance

- Short-Term Memory Retention and Recall. In H. Guo, I. McLoughlin, U. Lakshmanan, X. Miao, E. G. Chekole, W. Meng, P. C. Wang, J. Lu, & N. H. L. Wong (Eds.), *Proceedings of the 10th IRC Conference on Science, Engineering and Technology* (pp. 8–16). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-96-3770-6_2
- Khairul Ázmi, M. T. F., Neo, T.-K., & Rashid, F. N. (2024). Music Matters: The Role of Background Music in Improving Students' Attention and Learning Outcomes. In M. F. B. Romlie, S. H. Shaikh Ali, Z. B. Hari, & M. C. Leow (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Advancing and Redesigning Education 2023* (pp. 110–121). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-4507-4_13
- Khalil, M. H. (2024). The BDNF-Interactive Model for Sustainable Hippocampal Neurogenesis in Humans: Synergistic Effects of Environmentally-Mediated Physical Activity, Cognitive Stimulation, and Mindfulness. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(23), 12924. <https://doi.org/10.3390/ijms252312924>
- Khasawneh, E., Gosling, C., & Williams, B. (2021). What impact does maths anxiety have on university students? *BMC Psychology*, 9(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s40359-021-00537-2>
- Kliziene, I., Paskovske, A., Cizauskas, G., Augustiniene, A., Simonaitiene, B., & Kubiliunas, R. (2022). The Impact of Achievements in Mathematics on Cognitive Ability in Primary School. *Brain Sciences*, 12(6), 736. <https://doi.org/10.3390/brainsci12060736>
- Kluger, F. E., Oladimeji, D. M., Tan, Y., Brown, N. R., & Caplan, J. B. (2022). Mnemonic scaffolds vary in effectiveness for serial recall. *Memory*, 30(7), 869–894. <https://doi.org/10.1080/09658211.2022.2052322>
- Kwon, J., & Iedema, A. (2022). Body and the Senses in Spatial Experience: The Implications of Kinesthetic and Synesthetic Perceptions for Design Thinking. *Frontiers in Psychology*, 13, 864009. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.864009>
- Lennon-Maslin, M., & Quaiser-Pohl, C. M. (2024). "It's Different for Girls!" The Role of Anxiety, Physiological Arousal, and Subject Preferences in Primary School Children's Math and Mental Rotation Performance. *Behavioral Sciences*, 14(9), 809. <https://doi.org/10.3390/bs14090809>
- Li, Y., Li, X., Lou, Z., & Chen, C. (2022). Long Short-Term Memory-Based Music Analysis System for Music Therapy. *Frontiers in Psychology*, 13, 928048. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.928048>
- Lobato, J. (2008). On Learning Processes and the National Mathematics Advisory Panel Report. *Educational Researcher*, 37(9), 595–601. <https://doi.org/10.3102/0013189X08327999>
- Malhotra, R., Massoudi, M., & Jindal, R. (2023). Shifting from traditional engineering education towards competency-based approach: The most recommended approach-review. *Education and Information Technologies*, 28(7), 9081–9111. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11568-6>
- Máté, D., Kiss, J. T., & Csernoch, M. (2025). Cognitive biases in user experience and spreadsheet programming. *Education and Information Technologies*, 30(11), 14821–14851. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13392-0>
- Napadow, M., & Harmat, L. (2024). Memorizing song lyrics: Comparing the effectiveness of three learning formats. *Psychology of Music*, 52(4), 489–499. <https://doi.org/10.1177/03057356231211810>

- Negrete, A. (2021). Remembering rhythm and rhyme: Memorability of narratives for science communication. *Geoscience Communication*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.5194/gc-4-1-2021>
- Noguez, J., Neri, L., Robledo-Rella, V., García-Castelán, R. M. G., Gonzalez-Nucamendi, A., Escobar-Castillejos, D., & Molina, A. (2021). VIS-HAPT: A Methodology Proposal to Develop Visuo-Haptic Environments in Education 4.0. *Future Internet*, 13(10), 255. <https://doi.org/10.3390/fi13100255>
- Ozkan, G., & Umdü Topsakal, U. (2021). Investigating the effectiveness of STEAM education on students' conceptual understanding of force and energy topics. *Research in Science & Technological Education*, 39(4), 441–460. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1769586>
- Ren, Y., & Brown, T. I. (2024). Beyond the ears: A review exploring the interconnected brain behind the hierarchical memory of music. *Psychonomic Bulletin & Review*, 31(2), 507–530. <https://doi.org/10.3758/s13423-023-02376-1>
- Stevenson *, R. B. (2004). Constructing knowledge of educational practices from case studies. *Environmental Education Research*, 10(1), 39–51. <https://doi.org/10.1080/1350462032000173698>
- Suh, J., Matson, K., Seshaiyer, P., Jamieson, S., & Tate, H. (2021). Mathematical Modeling as a Catalyst for Equitable Mathematics Instruction: Preparing Teachers and Young Learners with 21st Century Skills. *Mathematics*, 9(2), 162. <https://doi.org/10.3390/math9020162>
- Toader, C., Tataru, C. P., Florian, I.-A., Covache-Busuioc, R.-A., Bratu, B.-G., Glavan, L. A., Bordeianu, A., Dumitrascu, D.-I., & Ciurea, A. V. (2023). Cognitive Crescendo: How Music Shapes the Brain's Structure and Function. *Brain Sciences*, 13(10), 1390. <https://doi.org/10.3390/brainsci13101390>
- Vigl, J., Ojell-Järventausta, M., Sipola, H., & Saarikallio, S. (2023). Melody for the Mind: Enhancing Mood, Motivation, Concentration, and Learning through Music Listening in the Classroom. *Music & Science*, 6, 20592043231214085. <https://doi.org/10.1177/20592043231214085>
- Wang, Q., & Luo, J. (2022). Chinese folk music and its effect on human mathematical thinking skills. *Interdisciplinary Science Reviews*, 47(1), 97–106. <https://doi.org/10.1080/03080188.2021.1956798>
- Wang, X. (2013). Why Students Choose STEM Majors: Motivation, High School Learning, and Postsecondary Context of Support. *American Educational Research Journal*, 50(5), 1081–1121. <https://doi.org/10.3102/0002831213488622>
- Ye, P., & Xu, X. (2023). A case study of interdisciplinary thematic learning curriculum to cultivate "4C skills." *Frontiers in Psychology*, 14, 1080811. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1080811>
- Zhang, L., & Hu, Z. (2025). Innovative approaches to organizing the learning process in an opera choir to increase student motivation and self-expression. *The Journal of General Psychology*, 1–28. <https://doi.org/10.1080/00221309.2025.2541590>
- Zhongsheng, Z. (2025). Fusion and innovation-advancing sustainability through hybrid musical genres in education. *Acta Psychologica*, 255, 104851. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.104851>

Zuo, S., Huang, Q., & Qi, C. (2024). The relationship between cognitive activation and mathematics achievement: Mediating roles of self-efficacy and mathematics anxiety. *Current Psychology*, 43(39), 30794–30805. <https://doi.org/10.1007/s12144-024-06700-3>