

## PENDEKATAN NEUROSAINS DALAM PEMBELAJARAN NUMERASI MELALUI PERMAINAN ULAR TANGGA

Lola Pitaloka<sup>1</sup>, Noni Saraswati<sup>2</sup>, Siti Wulan Purnamasari<sup>3</sup>, Laxmi Permata Sari Suardi<sup>4</sup>, Ira Asyura<sup>5</sup>  
STKIP Syekh Manshur Pandeglang

Email : [lolavtaloka98@gmail.com](mailto:lolavtaloka98@gmail.com)<sup>1</sup>, [nonisaras@gmail.com](mailto:nonisaras@gmail.com)<sup>2</sup>, [sitiwulanpurnamasari2@gmail.com](mailto:sitiwulanpurnamasari2@gmail.com)<sup>3</sup>, [laxmismuardi07@gmail.com](mailto:laxmismuardi07@gmail.com)<sup>4</sup>, [ira.asyura@gmail.com](mailto:ira.asyura@gmail.com)<sup>5</sup>.

### Informasi Artikel

#### Sejarah Artikel:

Dikirim: 06-12-2025  
Perbaikan: 16-12-2025  
Diterima: 20-12-2025

#### Kata Kunci:

*PAUD Learning, Snakes and Ladders Game, Numeracy, Neuroscience.*

#### Corresponding Author:

Lola Pitaloka

#### Abstract

*This study aims to describe the application of a neuroscience-based approach in numeracy learning through the Snake and Ladder Game for early childhood students at RA Pandeglang. The background of this research is grounded in neuroscientific findings which emphasize that childrens learning processes are strongly influenced by emotional activity, attention, and multisensory engagement. Play, as an enjoyable activity, provides optimal support for the formation of neural connections related to number comprehension and basic numeracy concepts. This research employed a qualitative descriptive method focusing on the implementation of activities, childrens responses, and changes in their numeracy skills after the game-based intervention was introduced. Data were collected through observations, documentation, and daily developmental records. The results indicate that the modified Snake and Ladder Game enhanced with number symbols, counting instructions, and positive reinforcement effectively increased childrens engagement, extended their attention span, and helped them understand number sequences and quantity concepts more concretely. In addition, the dynamics of the game allowed children to practice counting steps, recognize number relationships, and process information repeatedly. These findings affirm that integrating neuroscience principles with simple game-based media can enhance the effectiveness of numeracy learning in early childhood education settings.*

**Keywords:** *PAUD Learning, Snakes and Ladders Game, Numeracy, Neuroscience.*

© 2025: Jurnal Pendidikan dan Penelitian

## PENDAHULUAN

Anak usia dini merupakan periode krusial dalam perkembangan kognitif karena pada tahap ini dasar-dasar kemampuan berpikir, memori, dan logika mulai terbentuk. Salah satu aspek penting yang layak mendapat perhatian sejak awal adalah kemampuan numerasi kemampuan untuk mengenali angka, memahami jumlah, urutan, serta hubungan kuantitatif. Penanaman numerasi sejak usia dini dibutuhkan sebagai fondasi bagi keberhasilan pembelajaran matematika di masa depan dan keterampilan berpikir logis (Sulistiyarningsih. (n.d.). Studi pada anak prasekolah menunjukkan bahwa kemampuan numerasi awal berkorelasi erat dengan keterampilan kognitif umum seperti fungsi eksekutif, memori kerja, serta kemampuan spasial (Whitehead, H. L., & Hawes, Z. (2023). Hal ini berarti bahwa ketika numerasi

dikembangkan dengan metode tepat, tidak hanya keterampilan bilangan yang tumbuh, tetapi juga kemampuan berpikir, pemecahan masalah, dan pemahaman konsep secara menyeluruh. Namun, dalam praktik di banyak PAUD/TK, pengenalan numerasi sering dilakukan secara formal dan abstrak misalnya melalui latihan menghafal angka, lembar kerja, atau tugas berhitung. Pendekatan seperti ini kurang sesuai dengan karakteristik perkembangan anak usia dini yang umumnya memerlukan pengalaman konkret, manipulatif, serta konteks bermain agar belajar terasa bermakna. Penelitian terkini menunjukkan bahwa penggunaan media dan strategi pembelajaran yang kontekstual dan interaktif termasuk melalui permainan efektif dalam mengembangkan numerasi awal. Melalui aktivitas yang menyenangkan dan

relevan dengan dunia anak, mereka lebih mudah mengenali angka, memahami konsep bilangan, dan mengaitkan simbol dengan kuantitas secara nyata. Dengan mempertimbangkan aspek perkembangan otak anak, pola pikir mereka, dan kebutuhan pengalaman belajar yang konkret, sangat penting bagi pendidik PAUD untuk merancang kegiatan numerasi yang sesuai usia dan menarik. Salah satu alternatif yang menjanjikan adalah integrasi permainan edukatif karena permainan menyediakan konteks nyata, motivasi intrinsik, dan kesempatan eksplorasi bagi anak.

Periode usia dini merupakan tahap fundamental bagi perkembangan kognitif karena otak anak mengalami peningkatan pesat dalam pembentukan dan penguatan koneksi saraf. Proses ini memungkinkan anak menyerap pengalaman belajar dengan lebih optimal, termasuk dalam penguasaan kemampuan numerasi dasar. Sejumlah studi neurosains menegaskan bahwa stimulasi yang sesuai perkembangan dapat memperkuat jaringan neural yang berkaitan dengan pemahaman bilangan, pengenalan pola, dan pemecahan masalah (Tokuhamma-Espinosa, 2020). Dengan demikian, praktik pembelajaran yang dirancang berdasarkan prinsip neurosains memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas proses belajar di PAUD. Pendekatan neurosains dalam pendidikan menekankan bahwa emosi, perhatian, dan keterlibatan aktif adalah faktor penting yang menentukan kuat-lemahnya memori jangka panjang. Pembelajaran yang bermakna dan menyenangkan memicu pelepasan neurotransmitter seperti dopamin, yang berperan dalam motivasi dan konsolidasi informasi (Immordino-Yang & Gotlieb, 2021). Prinsip ini menunjukkan bahwa aktivitas yang bersifat permainan sangat relevan untuk meningkatkan hasil belajar numerasi pada anak usia dini, karena permainan memberikan konteks emosional positif dan interaksi yang berulang.

Permainan edukatif terbukti mendukung perkembangan literasi dan numerasi secara lebih efektif dibandingkan metode ceramah atau lembar kerja. Studi Putri dan Kurniawan (2022) menemukan bahwa

game-based learning meningkatkan kemampuan berhitung, konsentrasi, dan kepercayaan diri anak. Salah satu permainan yang banyak digunakan di berbagai penelitian adalah *Snakes and Ladders* (ular tangga). Penelitian AlAbsi dan Alghamdi (2023) menunjukkan bahwa modifikasi permainan ular tangga dapat meningkatkan keterampilan bilangan dan pemahaman operasi aritmetika dasar. Hal ini sejalan dengan temuan Tambunan (2021), yang menegaskan bahwa permainan papan tradisional membantu anak memahami konsep urutan angka, menghitung langkah, dan mengenali hubungan kuantitatif secara konkret melalui pengalaman langsung. Berangkat dari landasan tersebut, pendekatan neurosains melalui permainan ular tangga menjadi pilihan strategis dalam pembelajaran numerasi di RA/PAUD Pandeglang. Artikel ini bertujuan menguraikan bagaimana integrasi prinsip neurosains seperti penguatan positif, pengalaman multisensorik, dan pembelajaran emosional dapat meningkatkan efektivitas kegiatan numerasi berbasis permainan untuk anak usia dini.

Permainan Ular Tangga adalah permainan papan tradisional yang terdiri dari kotak-kotak bernomor berurutan seringkali mulai dari angka 1 sampai angka akhir di mana pemain mengocok dadu dan maju sesuai nomor yang muncul. Beberapa kotak kayanya dengan “tangga” yang memungkinkan pemain meloncat maju beberapa kotak, atau “ular” yang membuat pemain turun mundur. Dalam konteks PAUD, permainan ini dapat difungsikan sebagai alat edukatif yang membantu anak mengenali angka, belajar menghitung, memahami urutan, dan melatih konsep kuantitas secara konkret dan menyenangkan (Fitri Rismadani, Defni Satria & Rita Kurnia 2002). Karena bentuknya konkret, Ular Tangga memberikan kesempatan bagi anak untuk mengalami sendiri konsep bilangan dan urutan secara nyata melalui gerakan langkah sesuai angka, proses naik-turun tangga atau ular, serta interaksi sosial saat bermain bergiliran. Hal ini sesuai dengan karakteristik belajar anak usia dini yang lebih responsif terhadap pengalaman manipulatif, konkret, dan berbasis aktivitas bermain. Selain aspek

numerasi, permainan ini juga mendukung aspek lain: pengembangan kemampuan kognitif seperti perencanaan langkah, pengambilan keputusan (mau maju atau bersabar menunggu giliran), serta keterampilan social emosional melalui interaksi dengan teman saat bermain. Dengan demikian, Ular Tangga dalam kerangka PAUD bukan sekadar hiburan melainkan media pembelajaran yang efektif, memungkinkan integrasi aspek kognitif, sosial, dan emosional dalam satu aktivitas bermain.

Neurosains pada anak usia dini mempelajari bagaimana struktur dan fungsi otak yang sedang berkembang mempengaruhi cara anak memperhatikan, memproses informasi, mengingat, serta merespons pengalaman sosial-emosional. Pada periode awal, otak anak menunjukkan plastisitas tinggi: pengalaman yang bermakna dan berulang dapat memperkuat koneksi saraf yang mendukung keterampilan kognitif dasar, termasuk kemampuan numerasi. Penelitian perkembangan menegaskan hubungan erat antara sistem perhatian, memori, dan mekanisme reward dalam pembentukan pembelajaran awal. (Forest & Amso, 2023). Dalam kerangka ini, permainan seperti Ular Tangga menawarkan rangsangan yang sesuai dengan prinsip neurosains. Saat anak melempar dadu dan memindahkan pion, mereka menggabungkan persepsi visual, penjumlahan sederhana, perencanaan motorik, dan pengambilan keputusan aktivitas yang mengaktifkan beberapa jaringan otak sekaligus sehingga memudahkan pembentukan konsep bilangan melalui pengalaman konkret. Selain itu, unsur naik (tangga) dan turun (ular) menghadirkan elemen ketidakpastian/kejutan dan pencapaian, yang berhubungan dengan sistem dopaminergik otak mekanisme reward yang memperkuat pembelajaran ketika hasilnya bermakna atau menyenangkan. (Bogacz, 2020; Koeners & Francis, 2020). Lebih jauh, neurosains pendidikan (*neuroeducation*) menekankan bahwa pengajaran efektif menggabungkan perhatian sadar, pengalaman multisensorik, serta konteks emosional yang aman sehingga materi lebih mudah

dikonsolidasikan menjadi ingatan jangka panjang. Hal ini menjelaskan mengapa Ular Tangga ketika dimodifikasi dengan elemen numerik, petunjuk visual, dan umpan balik positif dapat meningkatkan perhatian, mengurangi beban kognitif abstrak, dan mendorong pengulangan yang dibutuhkan untuk pembelajaran stabil. (Pradeep, 2024; Clemente-Suárez et al., 2024)

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif karena bertujuan memperoleh gambaran mendalam mengenai proses pembelajaran numerasi melalui permainan ular tangga dalam konteks kelas yang alami. Desain ini sesuai untuk menggambarkan fenomena pendidikan apa adanya, berdasarkan pengalaman dan respons peserta didik (Bengtsson, 2020; Colorafi & Evans, 2020; Kim, Sefcik, & Bradway, 2021).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kegiatan observasi dan praktik pembelajaran di salah satu RA di Pandeglang, permainan ular tangga yang dimodifikasi dengan penjumlahan dan pengurangan dasar berhasil menarik perhatian anak dan membuat mereka lebih aktif dalam proses belajar. Anak-anak terlihat antusias melempar dadu, menghitung angka yang muncul, kemudian menyesuaikan langkah sambil menyelesaikan operasi bilangan sederhana di setiap kotak yang telah dimodifikasi. Secara umum, hasil kegiatan menunjukkan beberapa temuan berikut:

Anak mampu melakukan penjumlahan dan pengurangan dasar secara lebih cepat dibandingkan sebelum permainan dimulai.



*Gambar 1. Anak mampu menjawab penjumlahan dan pengurangan dengan pertanyaan yang ada pada kotak yang dipijak*

Anak terlihat fokus dan mampu mempertahankan perhatian lebih lama, terutama ketika menunggu giliran atau saat menyelesaikan soal pada kotak tertentu. Interaksi sosial meningkat, karena anak belajar menunggu giliran, berdiskusi, dan memberi tahu temannya tentang aturan permainan. Kemampuan Numerasi. Sebagian besar anak mampu mengidentifikasi angka pada papan (1–100) dengan benar. Beberapa anak dapat menghitung langkah sesuai jumlah mata dadu. Ketika kaki melangkah berada di kotak dengan tanda khusus (misalnya operasi  $+1$ ,  $-2$ , atau pertanyaan angka), 70% anak mampu menjawab dengan tepat. Beberapa anak tampak masih bingung ketika harus melakukan operasi sederhana penjumlahan/pengurangan yang melewati angka 10.



*Gambar 2. Anak mempraktekan berhitung sesuai kotak yang ditempati*

Keterampilan Sosial-Emosional Anak bermain dengan antusias, senang, dan menunjukkan sikap kooperatif. Sebagian anak mampu menunggu giliran dengan baik. Masih ada 2–3 anak yang berebut giliran atau ingin dirinya lebih cepat maju.

Kepatuhan pada Aturan Hampir semua anak mengikuti aturan permainan: melempar dadu, menghitung langkah, dan menyelesaikan tantangan numerasi. Anak terlihat saling mengingatkan aturan bila temannya lupa (misalnya harus menjawab soal sebelum maju/turun).

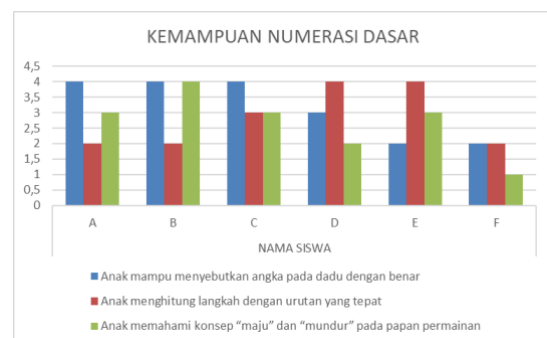
Bahasa & Komunikasi



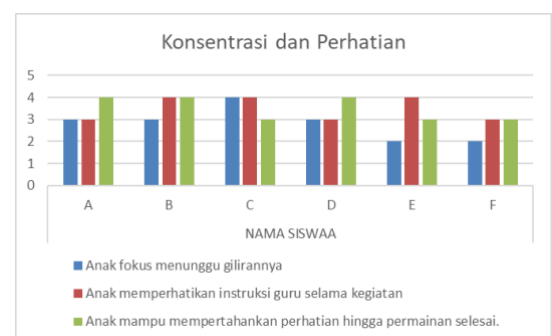
*Gambar 3. Anak saling berdiskusi tentang jumlah langkah*

Anak aktif bertanya, menyebut angka, dan berdiskusi tentang langkah. Interaksi antar anak meningkat, terutama saat harus membantu teman memecahkan tantangan numerasi. Temuan-temuan ini menunjukkan bahwa aktivitas bermain yang bersifat konkret dan menyenangkan dapat mendukung perkembangan numerasi pada jenjang anak usia dini.

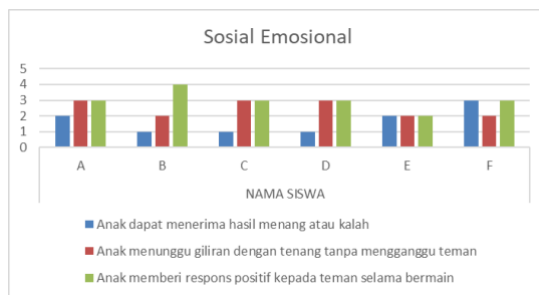
### Kemampuan Numerasi Dasar



### Konsentrasi dan Perhatian



### Regulasi Emosi dan Sikap Sosial



### Pembahasan

Hasil observasi dan penelitian terbaru menunjukkan bahwa kemampuan numerik tidak hanya dibentuk oleh latihan formal, tetapi juga dipengaruhi oleh mekanisme otak yang mengatur perhatian, memori kerja, dan representasi simbolik angka. Oleh karena itu, pendekatan pembelajaran yang memperhitungkan prinsip-prinsip neurosains seperti penguatan jejak memori melalui pengulangan bermakna, penggunaan umpan balik visual-spasial, dan pengaturan beban kognitif cenderung meningkatkan perolehan numerasi pada anak usia dini. Prinsip ini menjadi landasan rasional ketika permainan ular tangga dimodifikasi untuk menanamkan tugas-tugas numerasi yang berskala dan kontekstual.

Permainan memberi lingkungan yang aman dan memotivasi untuk pengulangan yang diperlukan pembentukan memori jangka panjang. Dalam konteks ular tangga, setiap lemparan dadu dan keputusan bergerak memberikan peluang praktis untuk melatih penghitungan urutan, estimasi, dan operasi sederhana semua proses yang terkait dengan aktivasi jaringan numerik di otak. Faktor motivasi dan emosi positif saat bermain juga menurunkan hambatan afektif terhadap matematika, sehingga meningkatkan aliran perhatian dan kapasitas memori kerja saat menyelesaikan tugas numerik. Temuan tinjauan GBL dan studi-studi intervensi mendukung gagasan bahwa game-based learning meningkatkan keterlibatan kognitif dan afektif, dua variabel penting dalam penerjemahan mekanisme neurosains ke dalam praktik pembelajaran.

Agar permainan merefleksikan prinsip neurosains, desain modifikasi perlu memenuhi beberapa syarat: (1) tugas

numerasi bertingkat (*scaffolding*) sehingga beban kognitif bertambah secara terkontrol; (2) umpan balik segera dan jelas agar trace memori diperkuat; (3) variasi modalitas (angka visual, manipulatif, dan lisan) untuk memperkuat representasi ganda; (4) elemen sosial yang mendorong peer scaffolding. Beberapa studi pengembangan media Ular Tangga Numerasi menunjukkan bahwa penempatan soal sederhana pada kotak-kotak tertentu, kartu tantangan, dan penggunaan papan jumbo menghasilkan peningkatan performa numerik sekaligus mempertahankan motivasi bermain. Desain semacam ini konsisten dengan bukti neuromodeling yang menekankan pentingnya pengulangan bermakna dan interaksi multisensorik.

Penelitian lapangan dan PTK yang mengevaluasi modifikasi ular tangga secara konsisten melaporkan peningkatan skor berhitung, kelancaran menyebut angka, dan kemampuan operasi dasar pada kelompok intervensi dibanding baseline. Selain itu, studi-studi neuroedukasi dan intervensi berbasis game melaporkan perubahan pada indikator proses misalnya perhatian yang lebih stabil selama tugas matematika dan peningkatan strategi verbal/visual yang digunakan anak saat berhitung. Temuan ini menyokong klaim bahwa penguatan proses (bukan hanya pengetahuan prosedural) menjadi mediator utama perubahan performa numerasi. Neurosains pendidikan menekankan bahwa konteks pembelajaran termasuk *scaffolding*, pengaturan beban tugas, dan umpan balik sangat menentukan transfer pembelajaran. Dalam praktik ular tangga numerasi, guru bertindak sebagai regulator beban kognitif dan penyedia umpan balik terstruktur. Guru yang terlatih memberi pertanyaan pemandu (*guiding questions*), memodifikasi tingkat kesulitan secara dinamis, serta mengarahkan refleksi singkat setelah permainan agar jejak memori diperkuat dan strategi metakognitif terbangun. Studi-studi pelatihan terjemahan neurosains ke praktik kelas menegaskan pentingnya pembelajaran profesional bagi guru agar implementasi benar-benar mencerminkan prinsip otak belajar.

Papan ular tangga jumbo dan manipulatif memberi pengalaman sensorimotor yang kaya; neurosains menunjukkan bahwa pembelajaran yang melibatkan tubuh (*action*) dan ruang (*spatial*) memfasilitasi representasi numerik yang lebih kokoh. Aktivitas kinestetik ini memicu jalur otak yang berkaitan dengan pemetaan ruang-angka (*mis. mental number line*), sehingga mempermudah pemahaman urutan bilangan dan operasi sederhana. Beberapa studi lapangan yang menggunakan papan besar melaporkan peningkatan konkret dalam kelancaran berhitung dan pemahaman konseptual dasar. Saat anak berdiskusi tentang strategi bergerak, mereka melakukan *verbalization* dan *joint problem solving praktik* yang menurut neurosains membantu konsolidasi memori deklaratif dan prosedural. *Peer scaffolding* menyediakan rangsangan kognitif yang berbeda dibanding pengajaran langsung guru, karena teman sering menawarkan heuristik sederhana atau mnemonik yang sesuai perkembangan. Observasi lapangan menunjukkan peningkatan inisiatif verbal dan bantuan antar-teman selama sesi ular tangga numerasi, yang berkontribusi pada peningkatan performa kolektif.

Walaupun temuan lapangan cukup positif, banyak studi berskala kecil, periode intervensi pendek, dan instrumen ukur yang beragam; hal ini membatasi generalisasi dan bukti kausal jangka panjang. Riset mendatang perlu menggabungkan ukuran neurokognitif (*mis. pengukuran memori kerja/atensi*), rancangan eksperimen terkontrol, serta tindak lanjut jangka menengah untuk memeriksa apakah perbaikan numerasi yang diinduksi permainan bertahan seiring waktu. Selain itu, studi yang memanfaatkan pencitraan/*neurofisiologi* (EEG/fNIRS) pada intervensi game bisa mengungkap mekanisme otak yang berubah selama pembelajaran numerik. Pendekatan neurosains tidak meminta penggantian kurikulum, melainkan penyisipan metode seperti sesi permainan numerasi terstruktur yang selaras beban pembelajaran dan proses kognitif anak. Rekomendasi praktis: (a) gunakan modul bertingkat pada papan ular tangga; (b)

sediakan instruksi singkat sebelum dan refleksi sesudah permainan; (c) latih guru untuk memberi umpan balik yang memperkuat jejak memori; (d) gabungkan aktivitas kinestetik dan visual untuk memperkuat representasi numerik. Implementasi ini relatif murah, skalabel, dan sesuai dengan bukti bahwa game pendidikan dapat mempercepat pencapaian numerasi bila dirancang dengan prinsip neurosains.

Dalam kajian neurosains, proses berpikir anak usia dini sangat dipengaruhi oleh stimulasi sensorik, pengalaman langsung, dan aktivitas yang melibatkan berbagai area otak. Permainan ular tangga modifikasi ini memberi rangsangan yang komprehensif, baik secara kognitif, emosional, maupun motorik. Aktivasi Korteks Prefrontal (fungsi eksekutif). Saat anak menentukan jumlah langkah berdasarkan dadu dan menyelesaikan penjumlahan/pengurangan, korteks prefrontal berperan dalam: mengatur fokus, mengingat aturan permainan, mengambil keputusan, dan mengontrol impuls agar dapat menunggu giliran. Stimulasi ini membantu penguatan fungsi eksekutif, yang merupakan fondasi perkembangan kognitif jangka panjang.

Penguatan Memori Kerja (*working memory*). Operasi hitung sederhana yang dilakukan secara berulang melatih memori kerja, yaitu kemampuan menahan informasi sementara dan memprosesnya. Contoh: anak melihat angka 3 di dadu, mengingat penjumlahan +2 di kotak, lalu menyatukan informasi itu untuk menentukan langkah pion. Aktivitas semacam ini membantu anak memproses informasi secara lebih efisien. Keterlibatan Sistem Limbik (emosi dan motivasi). Permainan yang menyenangkan memicu perasaan antusias, kompetitif secara sehat, dan senang ketika berhasil memajukan pion. Emosi positif memicu pelepasan dopamin yang memperkuat hubungan antar neuron, sehingga proses belajar numerasi berlangsung lebih efektif. Stimulasi Motorik dan Sensorik. Kegiatan melempar dadu, memindahkan pion, serta mengamati papan permainan mengaktifkan area motorik dan visual anak. Kombinasi stimulasi ini mendukung: koordinasi tangan-mata,

integrasi visual-spasial, serta pemahaman konsep urutan dan arah. Semua ini berkaitan dengan kesiapan anak untuk memahami konsep matematika tingkat dasar.

Permainan ular tangga modifikasi memberikan pengalaman numerasi yang konkret dan bermakna. Anak tidak hanya menghafal angka, tetapi mempraktikkan operasi hitung dalam konteks permainan. Kegiatan ini mendukung beberapa aspek numerasi:

1. Pemahaman konsep bilangan (angka sebagai kuantitas, bukan simbol semata).
2. Kemampuan menghitung maju dan mundur, sesuai penjumlahan atau pengurangan.
3. Pengenalan operasi hitung dasar dalam bentuk situasional, bukan abstrak.
4. Kemampuan membandingkan dan memperkirakan jumlah langkah, yang mendukung penalaran matematis..

## SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan permainan sebagai media belajar, khususnya permainan ular tangga, mampu membantu anak memahami konsep angka secara lebih mudah dan menyenangkan. Anak terlihat lebih fokus ketika menghitung langkah, menyebutkan angka, serta mengikuti aturan permainan. Situasi belajar yang terbentuk juga memberi ruang bagi munculnya emosi positif, seperti rasa senang, antusias, dan ingin mencoba kembali, sehingga proses belajar berlangsung lebih alami. Selain itu, kegiatan bermain memunculkan interaksi sosial yang lebih baik di antara anak, seperti menunggu giliran, memberi respons positif kepada teman, dan bekerja sama menjaga aturan permainan. Temuan ini menegaskan bahwa pengalaman belajar yang disusun melalui aktivitas konkret dan kolaboratif dapat memperkuat kemampuan dasar numerasi sekaligus membangun sikap sosial anak. Secara keseluruhan, pembelajaran numerasi yang dikembangkan melalui permainan terbukti meningkatkan pemahaman anak tentang angka, menumbuhkan regulasi emosi yang

lebih stabil, dan menciptakan suasana belajar yang lebih kondusif di RA Pandeglang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Tokuhamas-Espinosa, T. (2020). *Neuroscience-informed education: A paradigm for improving teaching and learning. Mind, Brain, and Education*. (<https://doi.org/10.1111/mbe.12250>).
- Immordino-Yang, M. H., & Gotlieb, R. (2021). *Emotions, learning, and the brain: Insights from affective neuroscience. Educational Psychologist*. (<https://doi.org/10.1080/00461520.2021.1872373>).
- Putri, D. A., & Kurniawan, H. (2022). *Game-based learning to improve early numeracy skills in early childhood education. Journal of Early Childhood Education*.
- AlAbsi, T., & Alghamdi, A. (2023). *Using Snakes and Ladders game to enhance primary students' number sense. International Journal of Instruction*. (<https://doi.org/10.29333/iji.2023>).
- Tambunan, H. (2021). *Traditional board games as tools for developing numeracy skills in early learners. Journal of Educational Research*.
- Bengtsson, M. (2020). *How to plan and perform a qualitative study using content analysis. NursingPlus Open*. (<https://doi.org/10.1016/j.npls.2020.100082>).
- Colorafi, K. J., & Evans, B. (2020). *Qualitative descriptive methods in health science research. HERD*. (<https://doi.org/10.1177/1937586719865541>).
- Kim, H., Sefcik, J. S., & Bradway, C. (2021). *Characteristics of qualitative descriptive studies. Research in Nursing & Health*. <https://doi.org/10.1002/nur.22105>
- Visibelli, E. (2024). *Neurobiology of numerical learning: a review of the*

- neural bases of numerical abilities. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*.
- Walsh, K. (2024). Translating neuroscience to early childhood education: a scoping review of professional learning programs. *International Journal of Early Years Education*.
- Hui, H. B., et al. (2023). Influence of game-based learning in mathematics education: a systematic review (2018–2022). *Frontiers in Psychology*, 14, 1105806. (<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1105806>).
- Wang, F. (2025). Neural investigations of a digital-game based intervention for children with dyscalculia risk. *Journal of Experimental Child Psychology* (in press / 2025).
- MIND Education / ST Math report. (2024). Neuroscience-driven approaches to math learning: annual report. MIND Education.
- Widiastuti, K. K. (2024). Improving Numeracy Skills through Snake and Ladder Game: a classroom implementation. *Journal of Educational Research (Indonesia)*. (PDF tersedia).
- Meta, E., & Widayanti, M. D. (2023). The Influence of Snake and Ladder Game Media on Numeracy Literacy Ability in Children Aged 5–6 Years. *PAUD Teratai*.
- Seftina, P. J. T. (2025). Snakes and Ladders Game Increases Counting Interest in Early Learners. *International Journal of Elementary Math & Didactics*.
- Ulpi, W. (2025). Outdoor-Based Snakes and Ladders Game: stimulation for early numeracy. *Al-Hayat Journal of Islamic Education* (2025).
- Aznil Pajri (2025). Neuroscience Analysis in Helping Students with Dyscalculia Understand Mathematics. *ResearchGate / JPPIPA*. (Article with DOI).
- Hidayah, F. N. (2025). The Impact of Numeracy on Early Childhood Development: a meta-analysis. *Golden Age Journal*.
- Putri, A. Y. (2025). Deep learning for numeracy: a roadmap in elementary education. *JLLS (journal)*.
- (Design/R&D) *Journal of Primary/Development — Design and Development of Game Based Learning for Numeracy* (2023–2024).
- Research on teacher perceptions of GBL (2025). *Game-Based Learning in Mathematics Education: Exploring Teachers' Perceptions*. *ResearchGate / JES*.
- Tandfonline (2024). Neuroscience-based strategies in mathematics education: review and implications. (Review article).
- Barrett, K. C. (2021). Emotion development in early childhood: A behavioral perspective. [<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2020.10.006>](<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2020.10.006>)
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2021). Learning and teaching early math: The learning trajectories approach. [<https://doi.org/10.3389/feduc.2021.663880>](<https://doi.org/10.3389/feduc.2021.663880>)
- Pellegrini, A. D. (2020). Play and learning in early childhood education. [<https://doi.org/10.1080/03004430.2019.1700237>](<https://doi.org/10.1080/03004430.2019.1700237>)
- Harrison, L. J., & Murray, E. (2020). Stress regulation and emotion in preschoolers: Implications for learning. [<https://doi.org/10.1007/s10643-019-00999-5>](<https://doi.org/10.1007/s10643-019-00999-5>).

- McClelland, M. M., & Cameron, C. E. (2022). *Self-regulation and academic skills in early childhood*. [https://doi.org/10.1111/cdep.12433] (https://doi.org/10.1111/cdep.12433).
- Fisher, K. R., Hirsh-Pasek, K., & Golinkoff, R. M. (2021). *Guided play supports meaningful learning in early childhood*. [https://doi.org/10.1016/j.dr.2020.100923] (https://doi.org/10.1016/j.dr.2020.100923).
- Whitehead, H. L., & Hawes, Z. (2023). *Cognitive Foundations of Early Mathematics: Investigating the Unique Contributions of Numerical, Executive Function, and Spatial Skills*. *Journal of Intelligence*, 11(12), 221. https://doi.org/10.3390/jintelligence1112022.
- Sulistiyaningsih. (n.d.). *Penerapan Pembelajaran Numerasi di TK IT Bhakti Insani*. *Jurnal Pendidikan Anak*. https://doi.org/10.21831/jpa.v12i2.57318
- Bernabini, L., Tobia, V., Guarini, A., & Bonifacci, P. (2020). *Predictors of Children's Early Numeracy: Environmental Variables, Intergenerational Pathways, and Children's Cognitive, Linguistic, and Non-symbolic Number Skills*. *Frontiers in Psychology*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.505065.
- Khoirotul Ula, R., Hasibuan, R., & Izzati, U. A. (2024). *Kemampuan Mengenai Angka Anak Usia 4–5 Tahun*. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*. https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i4.4918
- Fitri Rismadani, Defni Satria & Rita Kurnia. (2022). *Pengembangan Alat Permainan Edukatif (APE) Ular Tangga untuk Meningkatkan Kemampuan Motorik Kasar Anak Usia 4–5 Tahun*. *Generasi Emas: Jurnal Pendidikan Islam Anak Usia Dini*. https://doi.org/10.25299/ge:jpiud.2022.vol5(1).8646
- Forest, T. A., & Amso, D. (2023). *Neurodevelopment of attention, learning, and memory systems in infancy*. *Annual Review of Developmental Psychology*, 5, 45–65. https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-120321-011300
- Bogacz, R. (2020). *Dopamine role in learning and action inference*. *eLife*, 9:e53262. https://doi.org/10.7554/eLife.53262
- Koeners, M. P., & Francis, J. (2020). *The physiology of play: Potential relevance for higher education*. *International Journal of Play*, 9(1), 143–159. https://doi.org/10.1080/21594937.2020.1720128
- Pradeep, K. (2024). *Neuroeducation: understanding neural dynamics in learning and teaching*. *Frontiers in Education*. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1437418
- Clemente-Suárez, V. J., Beltrán-Velasco, A. I., Herrero-Roldán, S., Rodríguez-Besteiro, S., Martínez-Guardado, I., Martín-Rodríguez, A., & Tornero-Aguilera, J. F. (2024). *Digital device usage and childhood cognitive development: Exploring effects on cognitive abilities*. *Children*, 11(11), 1299. https://doi.org/10.3390/children11111299