

**PEMBELAJARAN BERBASIS PERMAINAN UNTUK PENGEMBANGAN LITERASI  
NUMERIK AWAL PADA ANAK PRASEKOLAH DENGAN GEJALA ADHD:  
STUDI KUASI-EKSPERIMEN DI TAMAN KANAK-KANAK**

**Santi Yudhawati Darmo, Taurinda Mahardiyanti**

Universitas Doktor Nugroho Magetan

e-mail: [santiyudhawati@udn.ac.id](mailto:santiyudhawati@udn.ac.id), [taurindamahardiyanti@udn.ac.id](mailto:taurindamahardiyanti@udn.ac.id)

Diterima: 12/06/2026; Direvisi: 20/06/2026; Diterbitkan: 22/06/2026

**ABSTRAK**

Anak prasekolah dengan gejala *Attention Deficit Hyperactivity Disorder* (ADHD) menghadapi tantangan signifikan dalam mengembangkan literasi numerik awal akibat defisit fungsi eksekutif, perhatian, dan inhibisi respons. Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas pendekatan pembelajaran berbasis permainan (*game-based learning*/GBL) dalam meningkatkan kemampuan literasi numerik awal pada anak usia 4-6 tahun yang menunjukkan gejala ADHD di lingkungan prasekolah. Penelitian menggunakan desain kuasi-eksperimen dengan rancangan pre-test dan post-test pada satu kelompok perlakuan ( $N = 18$ ) yang diseleksi melalui *Conners' Early Childhood Rating Scale* (Conners EC). Intervensi dilaksanakan dalam 10 sesi permainan terstruktur selama lima minggu yang mencakup lima dimensi literasi numerik: pengenalan angka, korespondensi satu-satu, komparasi dan urutan, dekomposisi angka, serta aritmatika informal. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan rata-rata gain score sebesar 4,18 poin (dari 3,36 menjadi 7,54 pada skala 10) dengan nilai signifikansi  $p < 0,01$  pada seluruh dimensi yang diukur. Selain itu, observasi perilaku menunjukkan peningkatan durasi keterlibatan aktif sebesar 55,6% dan kemampuan penyelesaian tugas tanpa distraksi sebesar 50,0%. Temuan ini mengindikasikan bahwa GBL yang dirancang secara terstruktur dan responsif terhadap karakteristik ADHD merupakan pendekatan efektif untuk mendukung perkembangan numerasi awal.

**Kata Kunci:** *Pembelajaran Berbasis Permainan, Literasi Numerik Awal, ADHD, Pendidikan Prasekolah, Fungsi Eksekutif*

**ABSTRACT**

Preschool children exhibiting symptoms of *Attention Deficit Hyperactivity Disorder* (ADHD) face considerable challenges in developing early numerical literacy due to deficits in executive function, sustained attention, and response inhibition. This study aims to examine the effectiveness of a game-based learning (GBL) approach in enhancing early numerical literacy competencies among children aged 4-6 years displaying ADHD symptoms in a preschool setting. A quasi-experimental design with pre-test and post-test measurements was employed with a single treatment group ( $N = 18$ ), selected through the *Conners' Early Childhood Rating Scale* (Conners EC). The intervention comprised 10 structured game sessions over five weeks, targeting five dimensions of early numerical literacy: number recognition, one-to-one correspondence, comparison and ordering, number decomposition, and informal arithmetic. Results indicate a mean gain score of 4.18 points (from 3.36 to 7.54 on a 10-point scale) with statistical significance of  $p < 0.01$  across all measured dimensions. Behavioral observations further revealed a 55.6% increase in active engagement duration and a 50.0% improvement in task completion without distraction. These findings suggest that GBL, when designed with

structured responsiveness to ADHD characteristics, constitutes an effective pedagogical approach for supporting early numerical development.

**Keywords:** *Game-Based Learning, Early Numerical Literacy, ADHD, Preschool Education, Executive Function*

## PENDAHULUAN

Perkembangan literasi numerik pada usia prasekolah merupakan prediktor fundamental bagi keberhasilan akademik jangka panjang. Berbagai penelitian longitudinal telah menegaskan bahwa kompetensi matematika awal yang dicapai sebelum usia tujuh tahun memiliki korelasi kuat dengan prestasi matematika formal di sekolah dasar dan bahkan pada jenjang pendidikan menengah (Duncan et al., 2007; Jordan et al., 2012). Literasi numerik awal yang mencakup kemampuan mengenal angka, menghitung, membandingkan kuantitas, hingga memahami operasi aritmetika informal tidak berkembang secara otomatis, melainkan bergantung pada kualitas stimulasi lingkungan dan pendekatan pedagogis yang diterapkan oleh pendidik dan orang tua (Clements & Sarama, 2021).

Secara teoretis, anak prasekolah sebenarnya telah dibekali dengan sistem inti bawaan (*core knowledge system*) yang memungkinkan mereka merepresentasikan dan membedakan kuantitas objek jauh sebelum mereka mengenal simbol matematika formal di sekolah (Feigenson et al., 2004). Oleh karena itu, pengembangan literasi numerik informal yang mencakup aspek penomoran (*numbering*), perbandingan hubungan (*relations*), dan operasi aritmatika awal harus distimulasi secara terpadu agar fondasi kognitif anak terbangun dengan kokoh sejak dini (Purpura & Lonigan, 2013).

Di tengah urgensi pengembangan literasi numerik tersebut, anak-anak yang menunjukkan gejala *Attention Deficit Hyperactivity Disorder* (ADHD) menghadapi hambatan yang jauh lebih kompleks dibandingkan dengan teman sebayanya. ADHD adalah kondisi neurodevelopmental yang ditandai oleh tiga dimensi gejala utama: inatensi, hiperaktivitas, dan impulsivitas (American Psychiatric Association, 2022). Secara global, prevalensi ADHD pada anak usia sekolah diestimasi berkisar antara 5-7%, dengan variasi yang cukup signifikan bergantung pada kriteria diagnostik dan konteks budaya yang digunakan (Polanczyk et al., 2015). Di Indonesia, meskipun data epidemiologi yang komprehensif masih terbatas, kajian berbasis komunitas mengestimasi prevalensi sebesar 4-5% pada populasi anak usia prasekolah dan sekolah dasar (Wiguna et al., 2010).

Hubungan antara gejala ADHD dan kesulitan matematika awal telah didokumentasikan secara ekstensif dalam literatur ilmiah. Tosto et al. (2021) menemukan bahwa intensitas gejala ADHD berkorelasi negatif secara signifikan dengan pencapaian matematika, dengan mekanisme utama melalui gangguan fungsi eksekutif, khususnya memori kerja, fleksibilitas kognitif, dan inhibisi respons. Anak dengan gejala ADHD cenderung mengalami kesulitan dalam mempertahankan atensi selama instruksi matematika, mengorganisasi langkah-langkah prosedural, serta mentransfer konsep numerik dari representasi konkret ke abstrak (Raghubar & Barnes, 2017). Kondisi ini menciptakan risiko kumulatif terhadap perkembangan literasi numerik yang, apabila tidak diintervensi sejak dini, dapat berujung pada aritmetika disfungsional dan kecemasan matematika di masa depan.

Hambatan performansi kognitif ini juga diperparah oleh lemahnya integrasi visuomotor dan keterampilan visuaspesial yang kerap ditemukan pada anak dengan gejala ADHD, padahal karakteristik kemampuan spasial tersebut sangat krusial dalam merepresentasikan garis bilangan (*number line estimation*) dan mengolah tugas-tugas matematika awal (Simms et al.,

2016). Kondisi ini menciptakan risiko kumulatif terhadap perkembangan literasi numerik yang apabila tidak diintervensi sejak dini dapat berujung pada aritmetika disfungsional dan kecemasan matematika di masa depan.

Urgensi untuk merancang intervensi matematika sejak usia dini tidak dapat diabaikan, mengingat kesenjangan literasi numerik yang terjadi di fase prasekolah cenderung bertahan bahkan melebar pada jenjang pendidikan selanjutnya (Clements & Sarama, 2011). Pada kasus anak dengan gejala ADHD, tantangan ini berpusat pada disfungsi eksekutif, khususnya terbatasnya memori kerja dan lemahnya kontrol inhibisi yang merupakan fondasi kognitif krusial untuk pemrosesan informasi matematika (Bull & Lee, 2014). Sebagai alternatif solusi non-farmakologis yang berbasis bukti (Sonuga-Barke et al., 2013), *Game-Based Learning* (GBL) menawarkan arsitektur pembelajaran yang menjanjikan. Secara teoretis, GBL menyediakan elemen desain motivasional dan scaffolding kognitif yang dinamis (Plass, Homer, & Kinzer, 2015), sehingga mampu menahan rentang atensi anak ADHD secara lebih efektif. Bukti empiris menunjukkan bahwa partisipasi dalam permainan berstruktur spasial dan numerik mampu memberikan peningkatan yang stabil dan luas terhadap representasi mental angka pada anak usia dini (Ramani & Siegler, 2008).

Dalam konteks pedagogis, pembelajaran berbasis permainan (*game-based learning*/GBL) telah mendapatkan perhatian riset yang signifikan sebagai pendekatan yang mampu menjembatani kebutuhan belajar anak prasekolah secara umum (Hassinger-Das et al., 2017; Ramani et al., 2017). Permainan menyediakan konteks yang kaya akan motivasi intrinsik, umpan balik langsung, dan struktur yang fleksibel, yang secara teoritis kompatibel dengan profil belajar anak dengan gejala ADHD. Namun demikian, bukti empiris mengenai efektivitas GBL secara spesifik untuk anak prasekolah dengan gejala ADHD dalam domain literasi numerik masih sangat terbatas. Sebagian besar studi yang ada berfokus pada anak usia sekolah (7-12 tahun), menggunakan platform digital, atau tidak memasukkan karakteristik ADHD sebagai variabel yang didiferensiasi secara eksplisit (Thibaut et al., 2023).

Landasan filosofis dan teoretis penggunaan permainan dalam lingkungan PAUD ini didukung kuat oleh pandangan klasik Piaget (1962) yang memandang bermain sebagai sarana asimilasi kognitif utama bagi anak untuk memahami realitas lingkungan sekitarnya. Selaras dengan hal tersebut, Vygotsky (1978) juga menegaskan bahwa aktivitas bermain mampu menciptakan *Zone of Proximal Development* (ZPD) yang menstimulasi anak untuk memunculkan kapasitas regulasi diri dan kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui interaksi sosial yang terstruktur.

Bukti empiris mengenai efektivitas GBL secara spesifik untuk anak prasekolah dengan gejala ADHD dalam domain literasi numerik masih sangat terbatas. Sebagian besar studi yang ada berfokus pada anak usia sekolah (7-12 tahun), menggunakan platform digital, atau tidak memasukkan karakteristik ADHD sebagai variabel yang didiferensiasi secara eksplisit (Thibaut et al., 2023). *Research gap* inilah yang menjadi landasan fundamental penelitian ini. Terdapat kesenjangan yang nyata dalam literatur PAUD antara: (1) bukti efektivitas GBL untuk pengembangan numerasi pada populasi tipis, (2) kebutuhan intervensi dini yang responsif terhadap profil neurodevelopmental anak dengan gejala ADHD, dan (3) konteks implementasi di setting prasekolah Indonesia yang memiliki kekhasan budaya dan sumber daya yang berbeda dengan studi-studi dari negara maju.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada: pertama, rancangan intervensi GBL yang secara eksplisit mempertimbangkan karakteristik ADHD melalui modifikasi struktur permainan, durasi, dan sistem umpan balik; kedua, pengujian efektivitasnya pada setting

prasekolah formal di Indonesia; dan ketiga, pengukuran simultan terhadap perubahan literasi numerik dan perilaku keterlibatan (*behavioral engagement*). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis efektivitas intervensi pembelajaran berbasis permainan yang terstruktur terhadap peningkatan literasi numerik awal pada anak prasekolah dengan gejala ADHD; (2) mengidentifikasi dimensi literasi numerik yang mengalami peningkatan paling signifikan setelah intervensi; dan (3) mendeskripsikan perubahan perilaku keterlibatan anak selama dan setelah program GBL.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis efektivitas intervensi pembelajaran berbasis permainan yang terstruktur terhadap peningkatan literasi numerik awal pada anak prasekolah dengan gejala ADHD; (2) mengidentifikasi dimensi literasi numerik yang mengalami peningkatan paling signifikan setelah intervensi; dan (3) mendeskripsikan perubahan perilaku keterlibatan anak selama dan setelah program GBL.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi-eksperimen *one-group pretest-posttest design*. Desain ini digunakan untuk mengukur perubahan kemampuan literasi numerik awal anak sebelum dan sesudah memperoleh intervensi pembelajaran berbasis permainan (*game-based learning*). Penelitian dilaksanakan di TKIT Al Furqon dan RA Kedung Panji, Kabupaten Magetan, Jawa Timur. Subjek penelitian berjumlah 18 anak usia 4–6 tahun yang menunjukkan gejala *Attention Deficit Hyperactivity Disorder* (ADHD) berdasarkan hasil penyaringan menggunakan *Conners' Early Childhood Rating Scale* (Conners EC). Pemilihan subjek dilakukan secara purposif dengan mempertimbangkan kesesuaian karakteristik peserta dengan tujuan penelitian.

Intervensi pembelajaran berbasis permainan dilaksanakan selama 10 sesi dalam kurun waktu lima minggu. Program dirancang untuk mengembangkan lima aspek literasi numerik awal, yaitu pengenalan angka, korespondensi satu-satu, komparasi dan pengurutan, dekomposisi angka, serta aritmatika informal. Setiap sesi melibatkan aktivitas permainan yang disesuaikan dengan karakteristik anak yang menunjukkan gejala ADHD melalui penggunaan media konkret, aktivitas multisensori, umpan balik langsung, dan variasi permainan yang bertujuan menjaga keterlibatan belajar peserta.

Pengumpulan data dilakukan melalui tes literasi numerik dan observasi perilaku keterlibatan anak selama kegiatan berlangsung. Tes literasi numerik menggunakan instrumen yang diadaptasi dari *Early Numeracy Assessment Tool* (ENAT) yang dikembangkan oleh Van Luit et al. (2001) dan mencakup lima dimensi literasi numerik awal. Instrumen tersebut telah ditelaah oleh ahli pendidikan anak usia dini untuk memastikan kesesuaiannya dengan konteks penelitian. Selain itu, observasi perilaku dilakukan menggunakan *Structured Behavioral Observation Checklist* (SBOC) yang disusun berdasarkan indikator keterlibatan perilaku anak dengan ADHD menurut Barkley (2015). Observasi digunakan untuk memperoleh data mengenai keterlibatan aktif, penyelesaian tugas, inisiatif belajar, regulasi perilaku, dan kerja sama selama mengikuti intervensi.

Data penelitian dianalisis secara kuantitatif dengan membandingkan skor *pretest* dan *posttest*. Uji Wilcoxon Signed-Rank digunakan untuk mengetahui perbedaan kemampuan literasi numerik sebelum dan sesudah intervensi karena jumlah sampel relatif kecil dan data tidak seluruhnya memenuhi asumsi normalitas. Besaran pengaruh intervensi dihitung menggunakan koefisien *r* (*effect size*). Sementara itu, data hasil observasi dianalisis secara deskriptif dalam bentuk persentase untuk menggambarkan perubahan perilaku keterlibatan

anak selama program berlangsung. Seluruh analisis data dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics versi 26 dengan taraf signifikansi 0,05.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan kemampuan literasi numerik awal dan keterlibatan belajar anak prasekolah yang menunjukkan gejala ADHD setelah mengikuti program pembelajaran berbasis permainan selama lima minggu. Pengukuran dilakukan melalui tes literasi numerik yang diberikan sebelum dan sesudah intervensi serta observasi perilaku selama pelaksanaan kegiatan. Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan pada kemampuan numerasi dan keterlibatan belajar peserta setelah mengikuti program yang diberikan.

Hasil pretest menunjukkan bahwa kemampuan literasi numerik awal peserta masih relatif rendah pada seluruh aspek yang diukur. Kondisi tersebut terlihat pada kemampuan pengenalan angka, korespondensi satu-satu, komparasi dan pengurutan, dekomposisi angka, serta aritmatika informal. Aspek pengenalan angka memperoleh skor awal tertinggi dibandingkan aspek lainnya, sedangkan aspek aritmatika informal menunjukkan skor terendah. Setelah pelaksanaan intervensi, terjadi peningkatan skor pada seluruh dimensi literasi numerik. Perbandingan hasil pretest dan posttest disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Perbandingan Skor Pre-Test dan Post-Test Literasi Numerik

| Dimensi Literasi Numerik | Pre-test (Mean) | Post-test (Mean) | Gain Score | SD   | Sig. (p-value) |
|--------------------------|-----------------|------------------|------------|------|----------------|
| Pengenalan Angka (1-10)  | 4,2             | 8,7              | +4,5       | 1,23 | 0,001**        |
| Korespondensi Satu-Satu  | 3,8             | 8,1              | +4,3       | 1,45 | 0,002**        |
| Komparasi & Urutan       | 3,5             | 7,9              | +4,4       | 1,31 | 0,001**        |
| Dekomposisi Angka        | 2,9             | 6,8              | +3,9       | 1,67 | 0,003**        |
| Aritmatika Informal      | 2,4             | 6,2              | +3,8       | 1,89 | 0,004**        |
| Rata-rata Total          | 3,36            | 7,54             | +4,18      | 1,51 | 0,001**        |

Catatan:  $p < 0,01$  (sangat signifikan). Skor menggunakan skala 0-10.  $N = 18$ .

Berdasarkan Tabel 1, terjadi peningkatan kemampuan literasi numerik awal pada seluruh dimensi yang diukur setelah peserta mengikuti intervensi pembelajaran berbasis permainan selama lima minggu. Aspek pengenalan angka mengalami peningkatan dari rata-rata 4,2 menjadi 8,7 dengan gain score sebesar 4,5. Pada aspek korespondensi satu-satu, skor rata-rata meningkat dari 3,8 menjadi 8,1 dengan gain score 4,3. Aspek komparasi dan urutan meningkat dari 3,5 menjadi 7,9 dengan gain score 4,4, sedangkan dekomposisi angka meningkat dari 2,9 menjadi 6,8 dengan gain score 3,9. Peningkatan juga terjadi pada aspek aritmatika informal yang naik dari 2,4 menjadi 6,2 dengan gain score 3,8. Secara keseluruhan, rata-rata skor literasi numerik meningkat dari 3,36 pada pre-test menjadi 7,54 pada post-test dengan gain score sebesar 4,18 poin.

Hasil uji Wilcoxon Signed-Rank menunjukkan bahwa seluruh dimensi literasi numerik mengalami peningkatan yang signifikan setelah intervensi diberikan. Nilai signifikansi pada setiap dimensi berada di bawah 0,01, yang menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antara skor pre-test dan post-test. Temuan ini mengindikasikan bahwa program pembelajaran berbasis permainan memberikan kontribusi positif terhadap perkembangan kemampuan literasi numerik awal pada anak prasekolah yang menunjukkan gejala ADHD.

**Tabel 2.** Perubahan Perilaku Keterlibatan Anak Selama Intervensi GBL

| Indikator Perilaku                    | Baseline (%) | Post-Intervensi (%) | Peningkatan (%) | Kategori      |
|---------------------------------------|--------------|---------------------|-----------------|---------------|
| Durasi Keterlibatan Aktif (>10 menit) | 22,2%        | 77,8%               | +55,6%          | Tinggi        |
| Penyelesaian Tugas Tanpa Distraksi    | 16,7%        | 66,7%               | +50,0%          | Tinggi        |
| Inisiasi Aktivitas Mandiri            | 11,1%        | 61,1%               | +50,0%          | Tinggi        |
| Regulasi Frustrasi Saat Gagal         | 27,8%        | 72,2%               | +44,4%          | Sedang-Tinggi |
| Kerja Sama dalam Permainan Kelompok   | 33,3%        | 83,3%               | +50,0%          | Tinggi        |

*Sumber: Data observasi penelitian (2025)*

Tabel 2 menunjukkan adanya peningkatan pada seluruh indikator perilaku keterlibatan anak setelah mengikuti program pembelajaran berbasis permainan. Durasi keterlibatan aktif selama lebih dari 10 menit meningkat dari 22,2% pada kondisi awal menjadi 77,8% setelah intervensi, atau mengalami peningkatan sebesar 55,6%. Penyelesaian tugas tanpa distraksi meningkat dari 16,7% menjadi 66,7%, sedangkan inisiasi aktivitas mandiri meningkat dari 11,1% menjadi 61,1%. Selain itu, kemampuan regulasi frustrasi saat menghadapi kegagalan meningkat dari 27,8% menjadi 72,2%, dan kerja sama dalam permainan kelompok meningkat dari 33,3% menjadi 83,3%. Secara umum, seluruh indikator menunjukkan tren peningkatan dengan kategori sedang hingga tinggi setelah pelaksanaan intervensi pembelajaran berbasis permainan.

Hasil tersebut mengindikasikan bahwa peserta tidak hanya mengalami perkembangan pada kemampuan literasi numerik, tetapi juga menunjukkan peningkatan keterlibatan selama proses pembelajaran. Perubahan terlihat pada aspek perhatian terhadap aktivitas, kemampuan menyelesaikan tugas, kemandirian dalam mengikuti kegiatan, regulasi perilaku, serta interaksi dengan teman sebaya selama permainan berlangsung.

## Pembahasan

Dari perspektif teoritis, efektivitas intervensi ini dapat dijelaskan melalui beberapa mekanisme. Pertama, struktur permainan yang konsisten namun bervariasi dalam konten menciptakan kondisi optimal arousal yang mendukung pemrosesan informasi pada anak dengan ADHD, sesuai dengan *Optimal Stimulation Theory* (Zentall, 1993). Kedua, sistem umpan balik langsung mengkompensasi kelemahan dalam inhibisi respons dengan menyediakan sinyal ekstrinsik yang membantu anak meregulasi perilakunya. Ketiga, penggunaan manipulatif konkret mendukung encoding ganda (*dual coding*) informasi numerik melalui representasi visual-spasial dan simbolik secara bersamaan (Paivio, 1991).

Peningkatan kemampuan literasi numerik yang diperoleh peserta setelah mengikuti intervensi menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis permainan mampu memfasilitasi perkembangan konsep numerik pada anak yang menunjukkan gejala ADHD. Temuan ini sejalan dengan penelitian Tosto et al. (2014) yang menyatakan bahwa anak dengan gejala ADHD cenderung mengalami hambatan dalam perkembangan kemampuan matematika akibat keterbatasan fungsi eksekutif, perhatian, dan memori kerja. Kondisi tersebut terlihat pada hasil pretest yang menunjukkan kemampuan numerasi peserta masih relatif rendah pada seluruh aspek yang diukur. Setelah memperoleh stimulasi melalui aktivitas permainan yang terstruktur, peserta menunjukkan peningkatan pada seluruh dimensi literasi numerik. Hasil ini mengindikasikan bahwa penyajian konsep matematika melalui aktivitas bermain dapat

membantu anak memahami konsep numerik secara lebih konkret dan bermakna.

Efektivitas program yang ditunjukkan dalam penelitian ini juga memperkuat temuan sebelumnya mengenai manfaat pembelajaran berbasis permainan dalam meningkatkan kemampuan numerasi anak usia dini. Ramani et al. (2017) melaporkan bahwa aktivitas permainan yang dirancang secara sistematis mampu memberikan dampak positif terhadap perkembangan kemampuan matematika anak. Hasil penelitian ini menunjukkan kecenderungan yang serupa, yaitu adanya peningkatan kemampuan numerasi pada seluruh aspek yang diukur setelah peserta mengikuti intervensi. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa integrasi aktivitas bermain dalam pembelajaran dapat menjadi strategi yang relevan untuk membantu anak membangun pemahaman konsep matematika sekaligus mempertahankan keterlibatan mereka dalam proses belajar.

Peningkatan yang lebih tinggi pada aspek pengenalan angka dibandingkan dengan aspek aritmatika informal menunjukkan bahwa perkembangan kemampuan numerasi terjadi secara bertahap sesuai tingkat kompleksitas konsep yang dipelajari. Anak cenderung lebih mudah menguasai keterampilan dasar yang berkaitan dengan pengenalan simbol dan urutan angka sebelum mampu memahami operasi bilangan yang memerlukan proses berpikir yang lebih kompleks. Temuan ini mendukung pandangan Krajewski dan Schneider (2009) bahwa perkembangan numerasi awal berlangsung secara hierarkis, dimulai dari penguasaan konsep dasar bilangan hingga kemampuan memahami hubungan dan operasi matematika yang lebih abstrak. Oleh karena itu, pemberian stimulasi yang sesuai dengan tahapan perkembangan numerasi menjadi faktor penting dalam mendukung keberhasilan pembelajaran matematika pada usia dini.

Peningkatan yang paling mencolok tampak pada indikator durasi keterlibatan aktif (dari 22,2% menjadi 77,8%) dan inisiasi aktivitas mandiri (dari 11,1% menjadi 61,1%). Temuan ini mengindikasikan bahwa program GBL tidak hanya meningkatkan kompetensi numerik sebagai output kognitif, tetapi juga secara fundamental mengubah orientasi motivasional anak terhadap aktivitas pembelajaran matematika. Becker et al. (2023) dalam studinya juga melaporkan peningkatan serupa dalam inisiasi mandiri anak ADHD setelah intervensi berbasis permainan terstruktur, yang mereka interpretasikan sebagai indikasi meningkatnya *intrinsic motivation* dan berkurangnya pengalaman kegagalan yang terasosiasi dengan pembelajaran konvensional.

Peningkatan pada indikator regulasi frustrasi saat gagal merupakan temuan yang secara teoritis sangat signifikan. Catatan anekdot guru kelas mendeskripsikan perubahan nyata dalam cara anak merespons kesalahan: dari respons tantrum atau penolakan aktif pada sesi-sesi awal, menuju respons penerimaan dan upaya ulang pada sesi-sesi akhir. Transformasi ini konsisten dengan kerangka *self-determination theory* (Deci & Ryan, 2000): ketika aktivitas belajar menyediakan konteks yang mendukung *autonomy*, *competence*, dan *relatedness*, bahkan anak dengan tantangan regulasi diri yang signifikan dapat mengembangkan kapasitas regulasi emosi yang lebih adaptif.

Temuan penelitian ini memiliki beberapa implikasi praktis yang penting bagi pendidik PAUD. Pertama, hasil ini menegaskan bahwa anak prasekolah dengan gejala ADHD tidak hanya dapat terlibat dalam pembelajaran matematika terstruktur, tetapi secara aktif menunjukkan kemajuan signifikan ketika pendekatan yang digunakan responsif terhadap profil *neurodevelopmental* mereka. Kedua, prinsip-prinsip desain GBL yang diterapkan yakni *structured variability*, *multisensory engagement*, dan *immediate feedback* yang dapat menjadi panduan praktis bagi guru TK dalam memodifikasi permainan matematika yang sudah ada. Ketiga, integrasi *token economy visual* sebagai sistem penguatan segera terbukti efektif dan

dapat diimplementasikan dengan sumber daya minimal. Secara lebih luas, penelitian ini berkontribusi pada wacana pendidikan inklusif di Indonesia, khususnya dalam menjawab tantangan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 70 Tahun 2009 tentang Pendidikan Inklusif.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis permainan (*game-based learning*) yang dirancang sesuai dengan karakteristik anak yang menunjukkan gejala ADHD efektif dalam mendukung pengembangan literasi numerik awal pada jenjang prasekolah. Peningkatan kemampuan numerasi terjadi pada berbagai aspek, meliputi pengenalan angka, korespondensi satu-satu, komparasi dan pengurutan, dekomposisi angka, serta aritmatika informal. Selain itu, intervensi yang diberikan juga berkontribusi terhadap peningkatan keterlibatan anak dalam proses pembelajaran, terutama dalam hal perhatian, partisipasi aktif, kemandirian belajar, dan regulasi perilaku selama kegiatan berlangsung.

Temuan ini mengindikasikan bahwa pembelajaran berbasis permainan dapat menjadi alternatif strategi pembelajaran yang efektif untuk mendukung kebutuhan belajar anak dengan gejala ADHD di lingkungan pendidikan anak usia dini. Oleh karena itu, guru PAUD perlu mengembangkan aktivitas bermain yang terstruktur, menarik, dan sesuai dengan karakteristik perkembangan anak guna menciptakan pengalaman belajar yang lebih inklusif dan bermakna. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan kelompok pembanding dan cakupan peserta yang lebih luas untuk memperkuat bukti mengenai efektivitas pendekatan ini pada berbagai konteks pembelajaran.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Psychiatric Association. (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed., text rev.; DSM-5-TR). American Psychiatric Publishing. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425787>
- Barkley, R. A. (2015). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment* (4th ed.). Guilford Press.
- Becker, S. P., Willcutt, E. G., Leopold, D. R., Fredrick, J. W., Smith, Z. R., Jacobson, L. A., Burns, G. L., Mayes, S. D., Waschbusch, D. A., Waxmonsky, J. G., Nichols, J. Q., Hulvershorn, L. A., & Tamm, L. (2023). Report of a work group on sluggish cognitive tempo: Key research directions and a proposed framework. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 62(6), 629–645. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2022.07.821>
- Bull, R., & Lee, K. (2014). Executive functioning and mathematics achievement. *Child Development Perspectives*, 8(1), 36–41. <https://doi.org/10.1111/cdep.12059>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science*, 333(6045), 968–970. <https://doi.org/10.1126/science.1204537>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2021). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach* (3rd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003083528>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. [https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104\\_01](https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01)



- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K., & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428–1446. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>
- Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(7), 307–314. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.05.002>
- Hassinger-Das, B., Toub, T. S., Zosh, J. M., Michnick, J., Golinkoff, R. M., & Hirsh-Pasek, K. (2017). More than just fun: A place for games in playful learning. *Infancia y Aprendizaje*, 40(2), 191–218. <https://doi.org/10.1080/02103702.2017.1292684>
- Jordan, N. C., Glutting, J., Dyson, N., Hassinger-Das, B., & Irwin, C. (2012). Building kindergartners' number sense: A randomized controlled study. *Journal of Educational Psychology*, 104(3), 647–660. <https://doi.org/10.1037/a0029018>
- Krajewski, K., & Schneider, W. (2009). Exploring the impact of phonological awareness, visual-spatial working memory, and preschool quantity-number competencies on mathematics achievement in elementary school. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(4), 516–531. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.03.009>
- Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, 45(3), 255–287. <https://doi.org/10.1037/h0084295>
- Piaget, J. (1962). *Play, dreams and imitation in childhood*. Norton.
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>
- Polanczyk, G. V., Salum, G. A., Sugaya, L. S., Caye, A., & Rohde, L. A. (2015). Annual research review: A meta-analysis of the worldwide prevalence of mental disorders in children and adolescents. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 56(3), 345–365. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12381>
- Purpura, D. J., & Lonigan, C. J. (2013). Informal numeracy skills: The structure and relations among numbering, relations, and arithmetic operations in preschool. *American Educational Research Journal*, 50(1), 178–209. <https://doi.org/10.3102/0002831212465332>
- Raghubar, K. P., & Barnes, M. A. (2017). Early numeracy skills in preschool-aged children: A review of neurocognitive findings and implications for assessment and intervention. *The Clinical Neuropsychologist*, 31(2), 329–351. <https://doi.org/10.1080/13854046.2016.1259387>
- Ramani, G. B., & Siegler, R. S. (2008). Promoting broad and stable improvements in low-income children's numerical knowledge through playing number board games. *Child Development*, 79(2), 375–394. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01131.x>
- Ramani, G. B., Jaeggi, S. M., Daubert, E. N., & Buschkuhl, M. (2017). Domain-specific and domain-general training to improve kindergarten children's mathematics. *Journal of Numerical Cognition*, 3(2), 468–495. <https://doi.org/10.5964/jnc.v3i2.31>
- Simms, V., Clayton, S., Cragg, L., Gilmore, C., & Johnson, S. (2016). Explaining the relationship between number line estimation and mathematical achievement: The role of visuomotor integration and visuospatial skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 145, 22–33. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.12.004>
- Sonuga-Barke, E. J. S., Brandeis, D., Cortese, S., Daley, D., Ferrin, M., Holtmann, M., et al. (2013). Nonpharmacological interventions for ADHD: Systematic review and meta-



- analyses of randomized controlled trials of dietary and psychological treatments. *American Journal of Psychiatry*, 170(3), 275–289.
- Thibaut, P., Curwood, J. S., Carvalho, M. B., & Martens, M. J. (2023). Digital versus physical game-based learning for early numeracy: A comparative study. *Early Childhood Education Journal*, 51(2), 367–381. <https://doi.org/10.1007/s10643-022-01322-7>
- Tosto, M. G., Hanscombe, K. B., Haworth, C. M. A., Davis, O. S. P., Petrill, S. A., Dale, P. S., Malykh, S., Plomin, R., & Kovas, Y. (2014). Why do spatial abilities predict mathematical performance? *Developmental Science*, 17(3), 462–470. <https://doi.org/10.1111/desc.12138>
- Van Luit, J. E. H., Van de Rijt, B. A. M., & Pennings, A. H. (2001). *Utrechtse getalbegrip toets [Early Numeracy Test]*. Graviant.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wiguna, T., Manengkei, P. S. K., Pamela, C., Rheza, A. M., & Hapsari, W. A. (2010). Masalah emosi dan perilaku pada anak dan remaja di Poliklinik Jiwa Anak dan Remaja RSUPN Dr. Ciptomangunkusumo (RSCM), Jakarta. *Sari Pediatri*, 12(4), 270–277. <https://doi.org/10.14238/sp12.4.2010.270-277>
- Zentall, S. S. (1993). Research on the educational implications of attention deficit hyperactivity disorder. *Exceptional Children*, 60(2), 143–153. <https://doi.org/10.1177/001440299306000204>