

Integrasi Problem-Based Learning dan Media Papan Jurang dalam Pembelajaran Matematika Dasar: Kajian Kognitif dan Tarbiyah Islamiyah

Festiana Fajar Suryaningsih Sumbawati

Sekolah Dasar Negeri 2 Lumansari Gemuh, Kendal, Indonesia

Email: festianafajarss29@gmail.com

Diserahkan 14 April 2026 | Diterima 30 Mei 2026 | Diterbitkan 30 Juni 2026 | DOI: 10.59966/isedu.v4i1.2850

Abstract:

Elementary school students frequently struggle to master addition and subtraction of whole numbers up to 100,000, because the transition from three-digit to five-digit numbers sharply increases cognitive load and disrupts place-value understanding. This qualitative case study examined how integrating Problem-Based Learning (PBL) with the “Papan Jurang” (Chasm Board) manipulative supported Grade V students’ arithmetic proficiency at SDN 2 Lumansari, Kendal, Indonesia, viewed through the lens of Tarbiyah Islamiyah. Data were collected from July 2024 to mid-2025 through classroom observation, in-depth interviews with eight informants (the principal, the curriculum vice-principal, and six Grade V students), and document analysis, then analyzed thematically following the Miles and Huberman model. Findings show that the PBL–Papan Jurang synergy was associated with a marked improvement in students’ place-value understanding and procedural fluency, eased the enactive–iconic–symbolic transition, and reduced regrouping errors alongside mathematics anxiety. Tarbiyah values were observed operationally: tafakkur manifested as students’ reflective reasoning about numerical patterns, and taisir as the ease the board provided in bridging concrete and symbolic representation. This study contributes a model that converges Cognitive Load Theory with Islamic educational philosophy, offering primary schools—particularly faith-based ones—a locally grounded, low-cost alternative to digital manipulatives for teaching large-number arithmetic.

Keywords: Problem-Based Learning, Papan Jurang, Place Value, Cognitive Load, Tarbiyah Islamiyah

Abstrak :

Siswa sekolah dasar kerap kesulitan menguasai operasi penjumlahan dan pengurangan bilangan cacah hingga 100.000 karena transisi dari bilangan tiga digit ke lima digit meningkatkan beban kognitif secara tajam dan mengganggu pemahaman nilai tempat. Penelitian kualitatif dengan desain studi kasus ini mengkaji bagaimana integrasi Problem-Based Learning (PBL) dengan media manipulatif “Papan Jurang” mendukung kemahiran aritmatika siswa kelas V di SDN 2 Lumansari, Kendal, dilihat dari perspektif Tarbiyah Islamiyah. Data dikumpulkan sepanjang Juli 2024 hingga pertengahan 2025 melalui observasi kelas, wawancara mendalam dengan delapan informan (kepala sekolah, wakil kepala sekolah bidang kurikulum, dan enam siswa kelas V), serta analisis dokumen, kemudian dianalisis secara tematik mengikuti model Miles dan Huberman. Temuan menunjukkan bahwa sinergi PBL dan Papan Jurang berkaitan dengan peningkatan nyata pada pemahaman nilai tempat dan kelancaran prosedural siswa, memudahkan transisi tahap enaktif–ikonik–simbolik, serta menurunkan kesalahan regrouping dan kecemasan matematika. Nilai-nilai Tarbiyah teramati secara operasional: tafakkur termanifestasi sebagai penalaran reflektif siswa terhadap pola bilangan, dan taisir sebagai kemudahan yang diberikan media dalam menjembatani representasi konkret dan simbolik. Penelitian ini berkontribusi pada model konvergensi antara Cognitive Load Theory dan filsafat pendidikan Islam, menawarkan alternatif media manipulatif lokal berbiaya rendah bagi sekolah dasar—khususnya berbasis keagamaan—untuk mengajarkan aritmatika bilangan besar.

Kata Kunci: Problem-Based Learning, Papan Jurang, Nilai Tempat, Beban Kognitif, Tarbiyah Islamiyah

Copyright © 2026, Author

This is an open-access article under the [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



PENDAHULUAN

Pendidikan matematika di tingkat dasar dewasa ini bergeser dari sekadar penguasaan algoritma aritmatika menuju pengembangan literasi numerasi yang bermakna sebagai fondasi krusial bagi kehidupan di abad ke-21. Namun, tantangan besar muncul ketika siswa sekolah dasar dihadapkan pada abstraksi bilangan cacah besar yang melampaui pengalaman intuitif harian mereka. Kesenjangan antara kemampuan kognitif anak dengan struktur formal matematika sering kali menjadi tembok penghalang yang menurunkan efikasi diri siswa sejak dini (Rizki & Priatna, 2019). Memasuki kelas atas, siswa diwajibkan menguasai operasi penjumlahan dan pengurangan bilangan cacah hingga 100.000. Transisi dari bilangan tiga digit menuju lima digit bukan sekadar penambahan kuantitas angka, melainkan peningkatan eksponensial dalam beban kognitif (cognitive load), yang sering kali menimbulkan frustrasi karena siswa kehilangan orientasi terhadap nilai tempat (place value) dan terjebak dalam kegagalan prosedural yang berulang. Kesulitan utama dalam operasi bilangan cacah terletak pada mekanisme regrouping (menyimpan dan meminjam), yang menuntut memori kerja siswa beroperasi pada kapasitas maksimalnya; ketika siswa dipaksa memproses informasi kompleks tanpa penyangga (scaffolding) yang memadai, memori kerja mereka mengalami kegagalan fungsi (Sweller, 2020).

Pemahaman nilai tempat yang rapuh sering kali menjadi akar rendahnya keterampilan aritmatika siswa; penguasaan nilai tempat adalah prediktor utama bagi keberhasilan matematika di jenjang yang lebih tinggi (Björklund et al., 2020; Elia et al., 2024; Jamali et al., 2023; Sarama & Clements, 2009). Problem-Based Learning (PBL) muncul sebagai paradigma yang menjanjikan untuk menjawab tantangan ini karena memposisikan siswa sebagai subjek aktif yang mengonstruksi pengetahuan melalui investigasi masalah autentik. Penelitian oleh Ramli dkk. menunjukkan bahwa PBL meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa dalam matematika (Ramli et al., 2024), dan penelitian di konteks Indonesia oleh Sari dan Rosidah menegaskan bahwa PBL mampu memicu keterlibatan aktif siswa yang sebelumnya pasif dalam pembelajaran konvensional (Sari & Rosidah, 2023). Namun, sebuah celah penelitian (research gap) muncul: PBL yang murni berbasis masalah verbal sering kali gagal membantu siswa pada aspek keterampilan prosedural yang presisi, terutama pada bilangan cacah besar yang memerlukan ketelitian visual tinggi. Kekurangan ini memerlukan dukungan dari media manipulatif yang terspesialisasi, karena penggunaan media manipulatif telah lama diakui efektivitasnya dalam menjembatani tahap operasional konkret menuju tahap operasional formal, khususnya bila media tersebut mampu merepresentasikan struktur logis dari konsep matematika itu sendiri (Carbonneau et al., 2013; Lafay et al., 2023; Rizki & Priatna, 2019). Namun demikian, penggunaan media standar seperti blok Dienes sering kali dianggap kurang menarik bagi siswa kelas V yang mulai membutuhkan tantangan visual yang lebih kompleks.

Di sinilah state of the art penelitian ini muncul melalui penggunaan media “Papan Jurang”—kepanjangan dari Papan Penjumlahan dan Pengurangan—yang dirancang secara khusus untuk memvisualisasikan “jurang” atau batas antar nilai tempat (satuan, puluhan, ratusan, hingga puluh ribuan) sebagai pembatas fisik yang nyata. Berbeda dengan alat peraga konvensional, Papan Jurang bertindak sebagai alat mediasi yang memaksa siswa untuk secara sadar melakukan perpindahan unit saat proses regrouping terjadi, dengan mengintegrasikan prinsip Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) dari Bruner (1966), yang memungkinkan siswa melakukan manipulasi fisik sebelum beralih ke angka simbolik di kertas (Anghelo Josué et al., 2023). Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada sinergi unik antara sintaks PBL yang menantang dengan bantuan scaffolding fisik dari Papan Jurang untuk bilangan hingga 100.000—sebuah kombinasi yang belum banyak dikaji, terutama pada konteks sekolah dasar pedesaan dengan infrastruktur terbatas (Bognar et al., 2025; Tjandra, 2023). Integrasi ini sejalan dengan teori konstruktivisme sosial Vygotsky mengenai Zone of Proximal Development (ZPD): media Papan Jurang dalam lingkungan PBL berperan sebagai alat mediasi yang memungkinkan siswa menyelesaikan tugas-tugas matematika yang semula berada di luar jangkauan mereka (Vygotsky, 1978; Wood et al.,

1976), sementara dukungan alat peraga dalam kelompok kolaboratif mempercepat pencapaian kemandirian belajar siswa dalam konsep numerasi yang kompleks (Muliantara & Suarni, 2022; Witono & Hadi, 2025). Kondisi awal di SDN 2 Lumansari menunjukkan urgensi nyata bagi intervensi ini: siswa masih terjebak pada metode hafalan tanpa pemahaman nilai tempat, yang berdampak pada tingginya tingkat kesalahan pada angka di atas 10.000 sekaligus menurunnya rasa percaya diri siswa di kelas.

Selain dimensi kognitif, penelitian ini diposisikan dalam kerangka Tarbiyah Islamiyah, yang memandang pendidikan—termasuk pendidikan matematika—sebagai upaya menumbuhkan potensi dasar manusia (*fitrah*) melalui proses yang memudahkan (*taisir*) dan mengundang perenungan (*tafakkur*) atas keteraturan ciptaan Tuhan (Al-Attas, 1980; An-Nahlawi, 1979). Dalam kerangka ini, angka dan pola bilangan tidak semata dipandang sebagai objek hitung, melainkan juga sebagai medium bagi siswa untuk mengenali keteraturan dan bersikap tenang menghadapi kerumitan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis bagaimana integrasi media manipulatif ‘Papan Jurang’ dalam kerangka model PBL berkaitan dengan peningkatan kemahiran operasi aritmatika bilangan cacah besar pada siswa kelas V; (2) menyelidiki proses transisi konseptual siswa dari tahap manipulasi konkret ke representasi simbolik abstrak melalui penggunaan ‘Papan Jurang’ sebagai alat mediasi; (3) mengevaluasi peran intervensi ini dalam memitigasi kesalahan prosedural dan beban kognitif siswa selama proses regrouping; serta (4) mengidentifikasi indikator konkret bagaimana nilai-nilai Tarbiyah Islamiyah termanifestasi dalam praktik pembelajaran tersebut.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus intrinsik (*intrinsic case study*) untuk mengeksplorasi secara mendalam dan holistik fenomena penerapan model Problem-Based Learning (PBL) berbantuan media “Papan Jurang” di SDN 2 Lumansari, Gemuh, Kendal, Indonesia. Pemilihan desain studi kasus didasarkan pada kebutuhan untuk memahami interaksi kompleks antara subjek didik, perangkat pedagogis, dan lingkungan belajar dalam konteks yang spesifik dan unik (Creswell & Creswell, 2018). Sesuai dengan kerangka pemikiran Yin, pendekatan ini memungkinkan peneliti menjawab pertanyaan bagaimana dan mengapa suatu intervensi pendidikan memengaruhi kemahiran matematis siswa melalui observasi partisipatif dan analisis konteks yang tajam (Yin, 2018). Fokus utama penelitian ini bukan pada generalisasi statistik, melainkan pada transferabilitas hasil melalui deskripsi mendalam (*thick description*) mengenai transformasi kognitif siswa kelas V saat berinteraksi dengan media manipulatif dalam kerangka PBL.

Sumber data primer diperoleh melalui pengamatan langsung di kelas dan wawancara mendalam, sementara sumber data sekunder berasal dari dokumen kurikulum, hasil pekerjaan siswa (*student work samples*), dan catatan reflektif guru. Untuk menjamin kredibilitas temuan, peneliti melakukan triangulasi sumber dengan melibatkan delapan informan, yaitu: 1 kepala sekolah selaku otoritas manajerial, 1 wakil kepala sekolah bidang kurikulum selaku pengawas implementasi pedagogis, dan 6 siswa kelas V selaku subjek utama yang mengalami langsung proses transisi kognitif melalui media Papan Jurang. Keenam siswa dipilih secara purposif untuk merepresentasikan variasi capaian awal (tinggi, sedang, rendah) agar temuan mencerminkan spektrum pengalaman belajar yang beragam. Partisipasi dari berbagai level struktural ini bertujuan menangkap potret menyeluruh mengenai efektivitas media mediasi, dari perspektif kebijakan sekolah hingga pengalaman fenomenologis siswa di meja belajar (Merriam & Tisdell, 2016).

Prosedur riset dilaksanakan melalui empat tahapan. Pertama, tahap pra-lapangan, meliputi analisis diagnostik kesulitan belajar siswa dan pengembangan perangkat pembelajaran PBL yang terintegrasi dengan Papan Jurang. Kedua, tahap implementasi tindakan, di mana peneliti bertindak sebagai observer partisipan untuk merekam bagaimana sintaks PBL—mulai dari orientasi masalah hingga analisis evaluasi—berkolaborasi dengan penggunaan media manipulatif

di setiap sesi pembelajaran. Ketiga, tahap analisis data mengalir menggunakan model Miles dan Huberman, meliputi reduksi data, penyajian data secara tematik, serta penarikan kesimpulan yang diverifikasi secara terus-menerus (Miles et al., 2014). Keempat, tahap refleksi dan pelaporan, di mana temuan lapangan disintesis dengan teori beban kognitif dan urutan CPA guna menghasilkan proposisi teoretis baru mengenai peran media manipulatif dalam pembelajaran berbasis masalah.

Secara khusus untuk menjawab tujuan keempat penelitian, nilai-nilai Tarbiyah Islamiyah dioperasionalkan ke dalam tiga indikator amatan agar dapat ditelusuri secara konsisten dalam data lapangan. Pertama, tafakkur (perenungan reflektif) dioperasionalkan sebagai perilaku siswa yang secara verbal menghubungkan pola bilangan atau keteraturan nilai tempat dengan ungkapan reflektif (misalnya kekaguman terhadap keteraturan angka), yang ditandai dari transkrip wawancara dan catatan lapangan. Kedua, taisir (kemudahan) dioperasionalkan sebagai penurunan kesalahan prosedural dan penurunan ekspresi kecemasan yang teramati sesudah penggunaan Papan Jurang dibandingkan sebelumnya, ditelusuri melalui perbandingan hasil kerja siswa pra- dan pasca-intervensi. Ketiga, fitrah (potensi dasar) dioperasionalkan sebagai kemunculan rasa ingin tahu dan inisiatif belajar mandiri siswa tanpa dorongan eksternal, ditandai dari frekuensi siswa mengajukan pertanyaan atau mencoba strategi baru secara sukarela. Ketiga indikator ini dikodekan pada seluruh transkrip observasi dan wawancara menggunakan matriks koding tematik, dan “keberhasilan” internalisasi nilai Tarbiyah dimaknai secara kualitatif—bukan sebagai skor kuantitatif—yaitu ketika ketiga indikator tersebut tampak konsisten pada mayoritas informan siswa pada fase akhir riset (pertengahan 2025), dikonfirmasi melalui triangulasi observasi, wawancara, dan dokumen. Guna memastikan kedalaman data longitudinal, observasi dan pengambilan data lapangan dilaksanakan mulai Juli 2024 hingga pertengahan 2025, memungkinkan peneliti mengamati konsistensi peningkatan keterampilan operasi hitung serta stabilitas perubahan perilaku belajar siswa setelah intervensi diberikan (Brinkmann & Kvale, 2019).

PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan temuan lapangan sekaligus mendiskusikannya dengan teori dan penelitian terdahulu secara terpadu, mengikuti empat tujuan penelitian yang telah dirumuskan.

Sinergi PBL dan Papan Jurang terhadap Kemahiran Aritmatika Siswa

Temuan lapangan menunjukkan bahwa integrasi PBL berbantuan media “Papan Jurang” berkaitan dengan peningkatan nyata pada kemahiran aritmatika siswa pada bilangan cacah besar hingga 100.000. Data observasi longitudinal sejak Juli 2024 menunjukkan pergeseran perilaku belajar yang cukup jelas, di mana siswa yang sebelumnya pasif dan mekanistik dalam menghitung mulai menunjukkan kemampuan penalaran adaptif saat menghadapi masalah kontekstual. Peningkatan ini tercermin pada skor ujian pasca-intervensi yang melampaui kriteria ketuntasan minimal secara kolektif, sekaligus pada kemampuan siswa menjelaskan logika di balik setiap langkah operasi hitung yang mereka lakukan—sejalan dengan definisi kemahiran matematis yang menekankan keterpaduan antara kelancaran prosedural dan pemahaman konseptual (Kilpatrick et al., 2001).

Efektivitas intervensi ini berakar pada kemampuan PBL menciptakan rasa urgensi kognitif melalui penyajian masalah autentik: siswa diajak memecahkan masalah distribusi bantuan sosial atau perhitungan stok logistik dalam angka puluhan ribu, yang memicu keterlibatan emosional dan intelektual mereka, sejalan dengan temuan Ramli dkk. bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat mengubah persepsi siswa terhadap matematika dari sekadar manipulasi simbol menjadi alat pemecahan masalah nyata (Ramli et al., 2024). Di SDN 2 Lumansari, penggunaan Papan Jurang bertindak sebagai pendukung teknis yang memastikan antusiasme siswa dalam PBL tidak terhambat oleh kegagalan teknis dalam menghitung digit besar, menciptakan sinergi antara aspek makro (model) dan mikro (media). Dalam setiap siklus observasi, peneliti menemukan bahwa

interaksi siswa dengan Papan Jurang memfasilitasi diskusi kelompok yang lebih berkualitas: siswa tidak lagi hanya bertanya tentang jawaban akhir, melainkan berdebat tentang posisi angka di papan—memperkuat lingkungan belajar kolaboratif yang menjadi ciri khas PBL, sejalan dengan argumen Sari dan Rosidah bahwa lingkungan PBL yang didukung media visual yang tepat dapat meningkatkan efikasi diri siswa dalam menghadapi materi yang sebelumnya dianggap sulit (Sari & Rosidah, 2023).

Analisis perbandingan antara data pra-riset dan hasil observasi pertengahan 2025 menunjukkan stabilitas penguasaan konsep yang jauh lebih baik: jika sebelumnya siswa sering lupa mekanisme penjumlahan besar setelah satu minggu pembelajaran, intervensi PBL-Papan Jurang memberikan retensi memori yang lebih kuat, yang berkaitan dengan pengalaman kinestetik siswa saat menggeser unit angka melewati “jurang” pembatas nilai tempat. Hal ini mendukung temuan bahwa media manipulatif yang terintegrasi secara sistematis dalam kurikulum berkaitan dengan peningkatan daya ingat jangka panjang siswa sekolah dasar pada konsep numerasi abstrak (Inayah & Safari, 2025). Kemahiran yang dicapai memanifestasikan diri dalam bentuk “disposisi produktif”, di mana siswa memandang matematika sebagai sesuatu yang masuk akal dan berguna—kondisi yang oleh Kilpatrick dkk. dianggap terjadi ketika siswa mampu mengintegrasikan pengetahuan prosedural dengan keyakinan bahwa mereka mampu mengendalikan proses hitung tersebut (Kilpatrick et al., 2001; Rizki & Priatna, 2019).

Transisi Konseptual: Dari Manipulasi Konkret ke Representasi Simbolik

Temuan kedua menyoroti bagaimana transisi konseptual terjadi melalui urutan Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) yang difasilitasi oleh Papan Jurang. Pada tahap awal intervensi (Juli–Agustus 2024), siswa menunjukkan ketergantungan tinggi pada manipulasi fisik (tahap enaktif) di atas papan; mereka secara fisik merasakan perpindahan satu unit puluhan ribu ke kolom ribuan sebagai sebuah lompatan yang nyata. Tahapan ini krusial karena, menurut Bruner, pemahaman abstrak tidak akan pernah kokoh tanpa pengalaman enaktif yang matang (Bruner, 1966); di sini, Papan Jurang bukan sekadar alat peraga, melainkan representasi fisik dari struktur logis sistem nilai tempat desimal.

Seiring berjalannya riset, siswa mulai memasuki tahap ikonik, di mana mereka tidak lagi perlu menggeser setiap biji papan secara fisik, namun cukup melihat sekat-sekat “jurang” pada media untuk memvisualisasikan operasi hitung dalam pikiran mereka. Pengamatan menunjukkan bahwa sekat fisik pada papan berfungsi sebagai jangkar visual yang membantu siswa memetakan posisi angka lima digit tanpa mengalami disorientasi nilai tempat, sejalan dengan pandangan bahwa manipulatif yang efektif harus mampu bertindak sebagai cermin dari hubungan internal konsep matematika (Tjandra, 2023). Transisi menuju tahap simbolik (penggunaan angka murni) terjadi secara organik setelah siswa merasa aman dengan representasi visualnya; peneliti mengamati bahwa siswa yang secara konsisten menggunakan Papan Jurang selama fase PBL cenderung lebih cepat melakukan operasi hitung di atas kertas tanpa bantuan alat pada awal 2025. Keberhasilan transisi ini mendukung teori Sarama dan Clements mengenai lintasan belajar (*learning trajectories*), di mana pemahaman siswa berevolusi dari manipulasi alat menuju pemikiran abstrak melalui mediasi objek fisik yang terstruktur (Björklund et al., 2020; Sarama & Clements, 2009).

Peran Papan Jurang sebagai alat mediasi juga terlihat jelas dalam kerangka Zone of Proximal Development (ZPD): saat siswa bekerja dalam kelompok PBL, media tersebut menjadi pusat interaksi sosial di mana siswa yang lebih mahir membantu teman sejawatnya menggunakan papan sebagai referensi bersama, sejalan dengan pandangan Vygotsky bahwa alat mediasi memperluas kapasitas kognitif individu melalui interaksi sosial (Vygotsky, 1978). Secara fenomenologis, transisi ini ditandai perubahan bahasa yang digunakan siswa: pada awal riset, siswa menyebut angka secara terpisah (“satu, dua, tiga, nol, nol”), namun di akhir riset mereka konsisten menyebutkan nilai tempatnya (“dua belas ribu tiga ratus”)—indikator kuat bahwa transisi konseptual dari konkret ke abstrak telah berhasil dilakukan, sejalan dengan pandangan

bahwa perubahan cara siswa merepresentasikan angka secara mental adalah bukti paling sah dari keberhasilan instruksional (Laski et al., 2015).

Mitigasi Beban Kognitif dan Reduksi Kesalahan Prosedural

Temuan ketiga mengungkapkan bahwa penggunaan Papan Jurang dalam kerangka PBL menurunkan beban kognitif luar (extraneous cognitive load) siswa secara cukup besar. Sebelum intervensi, siswa sering mengalami kemacetan kognitif saat melakukan teknik menyimpan (carrying) pada angka lima digit karena keterbatasan memori kerja. Dengan adanya Papan Jurang, memori kerja siswa tidak lagi dibebani mengingat posisi angka yang disimpan, karena papan berfungsi sebagai external memory support; sesuai Cognitive Load Theory dari Sweller, ketika beban luar dikurangi melalui alat bantu yang efektif, siswa dapat mengalokasikan memori mereka untuk beban kognitif utama (germane load), yaitu pemahaman logika pengurangan dan penjumlahan itu sendiri (Paas & van Merriënboer, 2020; Sweller, 2020).

Analisis kesalahan (error analysis) menunjukkan penurunan yang cukup besar pada dua jenis kesalahan utama: kesalahan nilai tempat (place value error) dan kesalahan prosedur menyimpan/meminjam (regrouping error). Berdasarkan catatan lapangan, sekitar 70% siswa di SDN 2 Lumansari melakukan kesalahan fatal saat meminjam angka melewati nilai tempat nol (misalnya $10.000 - 3.456$) sebelum riset; melalui intervensi Papan Jurang, proporsi kesalahan ini turun hingga di bawah 10% pada pertengahan 2025. Hal ini terjadi karena jurang pada media memberikan batasan fisik yang mencegah siswa melakukan peminjaman ilegal antar kolom yang tidak berdekatan—sebuah temuan yang memperkuat pandangan bahwa manipulatif fisik unggul dalam memitigasi miskonsepsi prosedural (Bognar et al., 2025; Tjandra, 2023). Penurunan beban kognitif ini berdampak langsung pada kondisi psikologis siswa: wawancara mengungkapkan bahwa mereka merasa lebih tenang dan berani saat menghitung bilangan cacah menggunakan Papan Jurang, dan kecemasan matematika (mathematics anxiety) yang sering muncul akibat beban kognitif berlebihan dapat diredam—sejalan dengan pandangan bahwa pengaturan beban kognitif yang baik meningkatkan hasil belajar sekaligus kesejahteraan emosional siswa (Ashcraft, 2002; Ashcraft & Moore, 2009; Paas & van Merriënboer, 2020).

Lebih lanjut, temuan menunjukkan bahwa Papan Jurang bertindak sebagai scaffold yang dapat dilepaskan secara bertahap (fading): pada fase akhir riset, siswa mulai meninggalkan media secara sukarela karena telah menginternalisasi mekanisme kerja papan tersebut ke dalam struktur kognitif mereka. Kemampuan melakukan mitigasi kesalahan secara mandiri tanpa alat merupakan indikator tertinggi dari kemandirian belajar, sejalan dengan pandangan bahwa scaffolding yang sukses adalah yang mampu membawa siswa pada titik di mana alat bantu tersebut tidak lagi dibutuhkan karena fungsinya telah tergantikan oleh skema mental yang matang (Muliantara & Suarni, 2022; Witono & Hadi, 2025). Diskusi mengenai peran Papan Jurang dalam PBL ini juga membawa pada pemahaman bahwa masalah autentik dalam fase PBL memaksa siswa melakukan negosiasi makna, sementara media manipulatif menyediakan “bahasa visual” yang menjembatani perbedaan pemahaman antar-siswa; keterlibatan siswa dalam masalah nyata merupakan pemicu utama bagi kepemilikan pengetahuan (ownership of knowledge) (Savery, 2006), yang dalam riset ini hanya terjadi karena siswa memiliki kendali atas visualisasi angka—aspek yang sering terabaikan dalam desain PBL murni yang terlalu berbasis teks. Teori Beban Kognitif dari Sweller menjelaskan bahwa kegagalan belajar sering terjadi karena working memory terfragmentasi oleh instruksi yang rumit (Sweller, 2020); Kirschner dkk. berpendapat bahwa instruksi minimalis dalam pemecahan masalah sering gagal karena beban kognitif berlebihan, namun intervensi ini membuktikan bahwa beban tersebut dapat dikelola melalui bantuan memori eksternal yang terintegrasi (Kirschner et al., 2006).

Manifestasi Nilai Tarbiyah dalam Praktik Pembelajaran

Temuan keempat menjawab pertanyaan mengenai bagaimana nilai-nilai Tarbiyah Islamiyah termanifestasi dalam praktik pembelajaran, menggunakan tiga indikator yang telah dioperasionalkan pada bagian Metodologi. Pertama, indikator tafakkur teramati ketika siswa,

dalam wawancara pada fase pertengahan hingga akhir riset, mulai mengungkapkan ekspresi reflektif terhadap pola bilangan—misalnya menyatakan kekaguman terhadap keteraturan nilai tempat (“ternyata angka itu rapi ya, kalau sudah sepuluh langsung pindah kolom”)—yang tidak muncul pada wawancara awal riset. Ekspresi semacam ini dimaknai sebagai bentuk perenungan logis siswa terhadap struktur ciptaan yang teratur, sejalan dengan pandangan Tarbiyah bahwa pendidikan seharusnya mengundang perenungan atas keteraturan alam, termasuk keteraturan matematis (Al-Attas, 1980; An-Nahlawi, 1979).

Kedua, indikator taisir (kemudahan) tercermin dari penurunan ekspresi kecemasan dan penurunan kesalahan prosedural yang telah diuraikan pada temuan ketiga di atas: media Papan Jurang secara operasional memudahkan siswa memahami kerumitan simbolik nilai tempat, sejalan dengan prinsip taisir dalam Tarbiyah yang menekankan bahwa proses belajar semestinya membebaskan peserta didik dari beban yang tidak perlu, bukan mempersulit. Ketiga, indikator fitrah (potensi dasar) tercermin dari meningkatnya frekuensi siswa mengajukan pertanyaan dan mencoba strategi hitung baru secara sukarela tanpa diminta guru—dari catatan lapangan, frekuensi inisiatif semacam ini meningkat pada mayoritas dari enam siswa yang diamati sepanjang fase pertengahan hingga akhir riset, meski penelitian ini tidak mengukurnya secara numerik-statistik melainkan melalui pola kualitatif yang konsisten pada catatan observasi dan transkrip wawancara.

Ketiga indikator tersebut, ketika dilihat bersama, menunjukkan bahwa nilai-nilai Tarbiyah dalam penelitian ini bukan sekadar label filosofis yang ditempelkan pada praktik pedagogis modern, melainkan termanifestasi dalam perubahan perilaku dan bahasa siswa yang dapat ditelusuri secara empiris melalui triangulasi observasi, wawancara, dan dokumen. Kontribusi ini memperluas konsep scaffolding Vygotsky dengan menambahkan dimensi spiritual-pedagogis, di mana alat peraga tidak hanya dipandang sebagai instrumen teknis, melainkan juga sebagai media bagi siswa untuk mengagumi keteraturan logika sebagai bagian dari pengenalan terhadap keteraturan ciptaan. Implikasi praktisnya menegaskan bahwa inovasi pedagogis di sekolah dasar, khususnya di lingkungan yang religius, perlu mensinkronkan tuntutan kurikulum numerasi modern dengan nilai-nilai kearifan lokal-keagamaan guna menciptakan pemahaman yang lebih holistik.

Tabel 1. Sintesis Analisis Temuan: Integrasi Teori dan Diskusi Literatur

Temuan Utama	Analisis Teoretis	Diskusi dengan Penelitian Terdahulu
Peningkatan kemahiran matematis melalui PBL berbasis masalah autentik; siswa menunjukkan penalaran adaptif dalam menyelesaikan operasi bilangan hingga 100.000.	Teori Konstruktivisme Sosial (ZPD – Vygotsky): sintaks PBL menciptakan ruang interaksi sosial di mana Papan Jurang bertindak sebagai alat mediasi yang membantu siswa melampaui kemampuan mandiri mereka dalam ZPD.	Sejalan dengan Ramli dkk. (2024) bahwa PBL meningkatkan berpikir kritis matematika, dan Sari & Rosidah (2023) mengenai efektivitas PBL dalam memicu keterlibatan aktif siswa sekolah dasar Indonesia.
Keberhasilan transisi konseptual dari tahap enaktif ke simbolik; pergeseran skema mental siswa dari manipulasi fisik papan menuju kalkulasi abstrak di atas kertas.	Teori Urutan CPA (Bruner): Papan Jurang memfasilitasi tahap <i>enactive</i> (gerak fisik) dan <i>iconic</i> (visualisasi jurang nilai tempat) sebagai jembatan menuju tahap <i>symbolic</i> (angka murni).	Sejalan dengan Tjandra (2023) tentang pentingnya struktur manipulatif dalam nilai tempat, dan lintasan belajar (<i>learning trajectories</i>) yang diusulkan Sarama & Clements (2009).
Mitigasi kesalahan prosedural dan reduksi beban kognitif; penurunan kesalahan <i>regrouping</i>	<i>Cognitive Load Theory</i> (Sweller): Papan Jurang berfungsi sebagai <i>external memory support</i> yang	Memperkuat pandangan Bognar dkk. (2025) bahwa manipulatif fisik unggul dalam

dan kecemasan matematika pada siswa.	mereduksi <i>extraneous load</i> , sehingga memori kerja siswa fokus pada <i>germane load</i> .	mengurangi miskonsepsi prosedural, selaras dengan Paas & Van Merriënboer (2020) mengenai manajemen beban kognitif.
Manifestasi nilai Tarbiyah (<i>tafakkur</i> , <i>taisir</i> , <i>fitrah</i>) dalam praktik pembelajaran, teramati melalui perubahan ekspresi reflektif, penurunan kecemasan, dan inisiatif belajar mandiri siswa.	Filsafat Pendidikan Islam: Tarbiyah memandang pendidikan sebagai penumbuhan <i>fitrah</i> melalui proses yang memudahkan (<i>taisir</i>) dan mengundang perenungan (<i>tafakkur</i>) atas keteraturan ciptaan.	Memperluas kerangka Al-Attas (1980) dan An-Nahlawi (1979) dengan bukti empiris operasional dari konteks pembelajaran matematika sekolah dasar.

Sintesis atas keempat temuan tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan intervensi di SDN 2 Lumansari bukan kebetulan, melainkan hasil dari desain pedagogis yang selaras dengan arsitektur kognitif manusia sekaligus dengan nilai-nilai keagamaan yang dianut komunitas sekolah. Ketika PBL memberikan alasan untuk belajar melalui masalah dunia nyata, Papan Jurang memberikan cara untuk memproses informasi tersebut tanpa membebani kapasitas memori kerja siswa secara berlebihan, sementara kerangka Tarbiyah memberi makna spiritual pada proses tersebut. Media manipulatif lokal seperti Papan Jurang menempati posisi yang setara—bahkan pada beberapa aspek lebih unggul—dibandingkan media digital dalam memitigasi kesalahan konseptual, khususnya pada konteks sekolah dengan sumber daya terbatas. Meskipun teknologi digital berkembang pesat, media fisik tetap memiliki keunggulan taktil yang relevan bagi pendidikan dasar (Ashcraft, 2002); Freudenthal dalam kerangka *Realistic Mathematics Education* (RME) menekankan bahwa matematika harus dilihat sebagai aktivitas manusia (Gravemeijer, 2004), dan penggunaan Papan Jurang dalam PBL di SDN 2 Lumansari mengembalikan matematika sebagai aktivitas yang dapat diraba, dirasakan, dan didiskusikan secara humanis. Sejalan dengan itu, aspek kolaboratif dalam PBL turut mendorong terbentuknya *growth mindset*, di mana siswa memandang tantangan angka besar sebagai masalah yang dapat dipecahkan bersama, bukan sebagai penghalang kecerdasan (Boaler, 2016; Boaler & Dweck, 2022; Dweck, 2006, 2015).

SIMPULAN

Penelitian mengenai integrasi *Problem-Based Learning* dan media “Papan Jurang” dalam pembelajaran matematika dasar perspektif Tarbiyah Islamiyah ini menyimpulkan bahwa integrasi antara model pembelajaran berbasis masalah dan media manipulatif berkaitan dengan transformasi kemahiran aritmatika bilangan cacah besar secara nyata. Temuan utama menunjukkan bahwa sinergi ini tidak hanya meningkatkan prestasi akademik dan kelancaran prosedural siswa hingga bilangan 100.000, tetapi juga memfasilitasi transisi kognitif yang selaras dengan prinsip *taisir* (memudahkan) dalam pendidikan Islam. Media “Papan Jurang” bertindak sebagai jembatan kognitif yang mengubah abstraksi angka rumit menjadi manifestasi konkret yang dapat diraba, sehingga siswa dapat melakukan *tafakkur* atau perenungan logis terhadap struktur nilai tempat secara mendalam. Kebaruan (*novelty*) riset ini terletak pada desain *scaffolding* fisik yang tidak hanya bersandar pada prinsip kognitif-penerapan urutan CPA Bruner, tetapi juga mengoperasionalkan nilai-nilai Tarbiyah—*tafakkur*, *taisir*, dan *fitrah*—ke dalam indikator amatan yang konkret dan dapat ditelusuri secara empiris dalam praktik pembelajaran.

Secara teoretis, artikel ini memberikan kontribusi penting terhadap diskursus pendidikan matematika dengan menawarkan model konvergensi antara *Cognitive Load Theory* (CLT) dan filsafat pendidikan Islam. Penelitian ini menunjukkan bahwa peran Papan Jurang sebagai alat mediasi efektif dalam mereduksi beban kognitif luar (*extraneous load*) sekaligus menjaga beban

kognitif utama (*germane load*) melalui pendekatan yang menghargai *fitrah* atau potensi dasar manusia dalam belajar. Kontribusi ini memperluas konsep *scaffolding* Vygotsky dengan menambahkan dimensi spiritual-pedagogis, di mana alat peraga tidak hanya dipandang sebagai instrumen teknis, melainkan juga sebagai media untuk mengagumi keteraturan logika sebagai bagian dari pengenalan keteraturan ciptaan. Implikasi praktisnya menegaskan bahwa inovasi pedagogis di sekolah dasar, khususnya di lingkungan religius, perlu mensinkronkan tuntutan kurikulum numerasi modern dengan nilai-nilai kearifan lokal-keagamaan guna menciptakan pemahaman yang holistik dan berkelanjutan.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada lingkup subjek yang spesifik pada satu institusi melalui desain studi kasus dengan delapan informan, sehingga generalisasi temuan pada spektrum yang lebih luas memerlukan penelitian lanjutan dengan metode yang lebih variatif dan jumlah partisipan yang lebih besar. Selain itu, operasionalisasi indikator Tarbiyah dalam penelitian ini masih bersifat eksploratif dan memerlukan pengembangan instrumen yang lebih sistematis pada topik-topik aritmatika abstrak lainnya. Oleh karena itu, penelitian mendatang disarankan menggunakan metode penelitian campuran (*mixed-methods*) guna mengukur dampak psikososial dari pendekatan ini secara kuantitatif, mengembangkan instrumen observasi terstandar untuk indikator nilai Tarbiyah, serta mengembangkan media Papan Jurang ke dalam bentuk hibrida fisik-digital, agar inovasi pedagogis ini dapat diperluas ke berbagai konteks pendidikan sembari tetap mempertahankan nilai-nilai humanis-religius yang menjadi fondasi pembentukan karakter dan kemahiran matematis siswa di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Attas, S. M. N. (1980). *The concept of education in Islam: A framework for an Islamic philosophy of education*. ABIM (Angkatan Belia Islam Malaysia).
- An-Nahlawi, A. (1979). *Ushul al-tarbiyah al-Islamiyyah wa asalibiha fi al-bayt wa al-madrasah wa al-mujtama'*. Dar al-Fikr.
- Anghelo Josué, Bedoya-Flores, M. C., Mosquera-Quinonez, E. F., Mesias-Simisterra, Á. E., & Bautista-Sánchez, J. V. (2023). Educational platforms: Digital tools for the teaching-learning process in education. *Ibero-American Journal of Education & Society Research*, 3(1). <https://doi.org/10.56183/iberoeds.v3i1.626>
- Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 181–185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>
- Ashcraft, M. H., & Moore, A. M. (2009). Mathematics anxiety and the affective drop in performance. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 197–205. <https://doi.org/10.1177/0734282908330580>
- Björklund, C., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Kullberg, A. (2020). Research on early childhood mathematics teaching and learning. *ZDM – Mathematics Education*, 52(4), 607–619. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01177-3>
- Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. Jossey-Bass.
- Boaler, J., & Dweck, C. S. (2022). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative mathematics, inspiring messages and innovative teaching* (2nd ed.). Jossey-Bass.
- Bognar, B., Mužar Horvat, S., & Jukić Matić, L. (2025). Characteristics of effective elementary mathematics instruction: A scoping review of experimental studies. *Education Sciences*, 15(1), 76. <https://doi.org/10.3390/educsci15010076>
- Brinkmann, S., & Kvale, S. (2019). *Interviews: Learning the craft of qualitative research interviewing* (3rd ed.). SAGE.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Harvard University Press.

- Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & Selig, J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 380–400. <https://doi.org/10.1037/a0031084>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE.
- Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. Ballantine Books.
- Dweck, C. S. (2015). Carol Dweck revisits the “growth mindset.” *Education Week*, 35(5), 20–24.
- Elia, I., Baccaglini-Frank, A., Levenson, E., Matsuo, N., Feza, N., & Lisarelli, G. (2024). Early childhood mathematics education research: Overview of latest developments and looking ahead. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 28. <https://doi.org/10.4000/adsc.3113>
- Gravemeijer, K. (1997). Instructional design for reform in mathematics education. In P. Cobb, E. Yackel, & K. McClain (Eds.), *Symbolizing and communicating in mathematics classrooms*. Lawrence Erlbaum.
- Gravemeijer, K. (2004). Local instruction theories as means of support for teachers in reform mathematics education. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 105–128. https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0602_3
- Inayah, Y., & Safari, Y. (2025). Inovasi media pembelajaran matematika untuk meningkatkan pemahaman siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 9(1).
- Indah L, N. A., & Hamdu, G. (2022). Analisis pelaksanaan pembelajaran literasi dan numerasi di sekolah dasar. *PEDADIDAKTIKA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 9(3). <https://doi.org/10.17509/pedadidaktika.v9i3.53452>
- Jamali, S. M., Ale Ebrahim, N., & Jamali, F. (2023). The role of STEM education in improving the quality of education: A bibliometric study. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(3), 1105–1126. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09762-1>
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academies Press.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- Lafay, A., Osana, H. P., & Levin, J. R. (2023). Does conceptual transparency in manipulatives afford place-value understanding in children at risk for mathematics learning disabilities? *Learning Disability Quarterly*, 46(2). <https://doi.org/10.1177/07319487221124088>
- Laski, E. V., Jor'dan, J. R., Daoust, C., & Murray, A. K. (2015). What makes mathematics manipulatives effective? Lessons from cognitive science and Montessori education. *SAGE Open*, 5(2). <https://doi.org/10.1177/2158244015589588>
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2016). *Qualitative research: A guide to design and implementation* (4th ed.). Jossey-Bass.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE.
- Muliantara, I. K., & Suarni, N. K. (2022). Strategi menguatkan literasi dan numerasi untuk mendukung merdeka belajar di sekolah dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 3583–3592. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i3.2847>
- Paas, F., & van Merriënboer, J. J. G. (2020). Cognitive-load theory: Methods to manage working memory load in the learning of complex tasks. *Current Directions in Psychological Science*, 29(4), 394–398. <https://doi.org/10.1177/0963721420922183>
- Ramli, M. S., Ayub, A. F. M., Razali, F., Ghazali, N., & Norudin, S. W. A. W. (2024). Impacts of problem-based learning towards calculus achievement and mathematical critical thinking skills among pre-university students. *Malaysian Journal of Mathematical Sciences*, 18(4). <https://doi.org/10.47836/mjms.18.4.07>

- Rizki, L. M., & Priatna, N. (2019). Mathematical literacy as the 21st century skill. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(4), 042088. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042088>
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). *Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203883785>
- Sari, M., & Rosidah, A. (2023). Implementasi model pembelajaran problem based learning (PBL) terhadap hasil belajar IPS SD. *Jurnal Ilmiah Pendidik Indonesia*, 2(1). <https://doi.org/10.56916/jipi.v2i1.307>
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9–20.
- Sweller, J. (2020). Cognitive load theory and educational technology. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09701-3>
- Tjandra, C. (2023). Effectiveness of using manipulatives in mathematics teaching in inclusive education programs in an elementary school. *Dharmas Education Journal (DE_Journal)*, 4(1). <https://doi.org/10.56667/dejournal.v4i1.944>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Witono, S., & Hadi, M. S. (2025). Numerasi dan kemampuan berpikir kreatif pada pembelajaran matematika di sekolah dasar. *JiIP – Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(3). <https://doi.org/10.54371/jiip.v8i3.7180>
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE.