JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA
p-ISSN: 2797-6475, e-ISSN: 2797-6467
Volume 6, nomor 4, 2026, hal. 2849-2864
DOI: https://doi.org/10.53299/jagomip.v6i4.5700

Pemanfaatan *Interactive Flat Panel* pada Pembelajaran Penjumlahan dan Pengurangan Kelas I: Studi Kasus di SD QTA An Nawa

Nur Azizah*, Dyah Ayu Fitriana
Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Institut Agama Islam Khozinatul Ulum Blora, Indonesia

*Corresponding Author: nurazizah@iaiku.ac.id
Dikirim: 14-10-2026; Direvisi: 29-10-2026; Diterima: 01-11-2026

Abstrak: *Interactive Flat Panel* (IFP) semakin banyak digunakan di kelas, tetapi deskripsi empiris tentang pemanfaatannya pada matematika kelas awal masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan pemanfaatan IFP oleh guru, keterlibatan dan respons siswa, dukungan IFP terhadap proses pemahaman konsep penjumlahan dan pengurangan, serta faktor pendukung dan penghambatnya. Penelitian kualitatif deskriptif dengan desain studi kasus ini dilaksanakan di kelas I SD QTA An Nawa dengan melibatkan satu guru kelas, 27 siswa, dan kepala sekolah. Data dikumpulkan melalui observasi pembelajaran pada 23 September 2026, wawancara dengan guru, kepala sekolah, dan empat siswa, serta dokumentasi, kemudian dianalisis secara tematik dengan triangulasi sumber dan teknik. Hasil menunjukkan bahwa guru memilih IFP berdasarkan tujuan dan karakteristik materi, terutama untuk menyajikan gambar dan latihan soal. Siswa terlibat melalui perhatian pada layar, jawaban lisan, kegiatan menghitung gambar, dan kesempatan maju ke layar, tetapi sebagian merasa malu atau takut salah. Dukungan IFP yang paling jelas terlihat pada penyajian representasi visual yang menghubungkan gambar, angka, dan simbol operasi. Kesiapan perangkat, perencanaan guru, dan dukungan sekolah menjadi faktor pendukung, sedangkan pengaturan giliran, potensi gangguan teknis, dan perhatian yang beralih ke tampilan menjadi kendala. Simpulannya, IFP berfungsi sebagai alat bantu visual dan interaksi yang bermakna apabila dirancang secara pedagogis, tetapi data belum cukup untuk menyimpulkan peningkatan pemahaman konseptual atau hasil belajar.

Kata Kunci: *interactive flat panel*; pembelajaran matematika; penjumlahan dan pengurangan; kelas awal sekolah dasar; representasi visual.

Abstract: Interactive Flat Panels (IFPs) are increasingly utilized in classrooms, yet empirical descriptions of their application in early-grade mathematics remain limited. This study aims to describe teachers' utilization of IFPs, student engagement and responses, how IFPs support the understanding of addition and subtraction concepts, and the supporting and inhibiting factors. This descriptive qualitative study with a case-study design was conducted in a first-grade classroom at SD QTA An Nawa, involving one classroom teacher, 27 students, and the school principal. Data were collected through classroom observations on September 23, 2026, interviews with the teacher, the principal, and four students, as well as documentation. The data were then analyzed thematically using source and technique triangulation. The results indicate that the teacher selected the IFP based on the learning objectives and material characteristics, primarily to present images and practice problems. Students engaged through screen attention, verbal responses, picture-counting activities, and opportunities to come forward to the screen, though some felt shy or feared making mistakes. The most evident support provided by the IFP was the presentation of visual representations that connected images, numbers, and operation symbols. Device readiness, teacher planning, and school support served as facilitating factors, while managing turns, potential technical glitches, and distracted attention toward the display emerged as constraints. In conclusion, IFPs function as

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

meaningful visual and interaction tools when pedagogically designed, but the data are insufficient to conclude an increase in conceptual understanding or learning outcomes.

Keywords: interactive flat panel; mathematics learning; addition and subtraction; early-grade elementary school; visual representation.

PENDAHULUAN

Penjumlahan dan pengurangan di kelas I merupakan fondasi bagi kemampuan numerik pada jenjang berikutnya. Pada tahap ini, siswa tidak cukup hanya menghafal prosedur. Mereka perlu memahami bahwa penjumlahan berkaitan dengan penggabungan kuantitas dan pengurangan berkaitan dengan pengambilan atau perubahan jumlah, serta mampu menghubungkan kuantitas tersebut dengan lambang bilangan (Kilpatrick et al., 2001). Kemampuan menerjemahkan satu bentuk representasi ke bentuk lain, misalnya dari gambar ke simbol, merupakan bagian penting dari pemahaman matematis (Lesh et al., 1987).

Peralihan dari representasi yang dapat diamati menuju representasi simbolik sejalan dengan teori representasi Bruner (1966) yang membedakan bentuk enaktif, ikonik, dan simbolik. Gagasan tersebut dikembangkan menjadi pendekatan *Concrete–Pictorial–Abstract* (CPA) yang menata pembelajaran dari benda konkret, gambar, hingga simbol abstrak (Hoong et al., 2015). Penelitian di sekolah dasar melaporkan bahwa pendekatan ini berkaitan dengan kemampuan representasi matematis (Gultom et al., 2025), keterampilan numerasi (Suryaningsih et al., 2025), motivasi dan capaian belajar (Iyamuremye & Burns, 2025), serta pembelajaran bilangan di kelas I (Wijaya & Sari, 2026). Meskipun demikian, studi-studi tersebut berfokus pada pendekatan pembelajaran, bukan pada peran perangkat teknologi tertentu dalam menyajikan representasi.

Interactive Flat Panel (IFP) adalah layar sentuh berukuran besar yang fungsinya berkaitan erat dengan *interactive whiteboard* (IWB). Tinjauan penelitian IWB dalam pembelajaran matematika menunjukkan bahwa perangkat ini menawarkan visualisasi ganda dan tampilan multimedia, tetapi banyak guru masih memperlakukannya sebagai papan tulis besar atau alat presentasi (De Vita et al., 2014). Nilai pedagogis perangkat tersebut karenanya bergantung pada cara guru menggunakannya (Higgins et al., 2007; Serow & Callingham, 2011; Smith et al., 2005). Pada siswa sekolah dasar, penggunaan IWB dilaporkan memberikan kenaikan kecil pada motivasi belajar matematika yang dilaporkan sendiri oleh siswa (Torff & Tirotta, 2010), sehingga kesimpulan tentang manfaatnya perlu dirumuskan secara hati-hati.

Penelitian tentang papan interaktif di sekolah dasar telah dikerjakan dari berbagai sisi. Kajian pada IWB menelaah tahapan perkembangan penggunaan oleh guru (Beauchamp, 2004), tingkat penggunaan pada pembelajaran matematika sekolah dasar (Serow & Callingham, 2011), pengaruh fitur perangkat terhadap pembelajaran (Kennewell & Beauchamp, 2007), serta dukungannya bagi dialog kelas (Mercer et al., 2010). Tinjauan kritis mencatat bahwa literatur IWB sebagian besar bertumpu pada pandangan guru dan siswa, sedangkan bukti tentang dampak nyata pada pembelajaran belum memadai (Smith et al., 2005). Penelitian tentang *Interactive Flat Panel* (IFP) di sekolah dasar dalam beberapa tahun terakhir mencakup studi kasus manajemen pemanfaatan IFP pada pembelajaran matematika kelas III (Herawati & Maisaroh, 2026), tinjauan sistematis tentang integrasi IFP dengan manipulatif virtual (Noeraini et al., 2026), dan evaluasi kegunaan IFP bersama guru (Chien, 2024). Studi-studi

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

tersebut berfokus pada manajemen pemanfaatan, motivasi dan hasil belajar, serta kegunaan perangkat, bukan pada cara guru kelas awal memilih dan memanfaatkan IFP untuk operasi hitung dasar dan cara siswa kelas I meresponsnya. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan memisahkan secara eksplisit antara kondisi yang teramati, yang terdokumentasi, dan yang hanya dilaporkan melalui wawancara. Pemberian status bukti pada setiap temuan ini menjadi kebaruan metodologis penelitian karena memungkinkan pembaca menilai kekuatan setiap klaim secara terpisah.

Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan (1) pemanfaatan IFP oleh guru dalam pembelajaran matematika, (2) keterlibatan dan respons siswa, (3) dukungan IFP terhadap proses pemahaman konsep penjumlahan dan pengurangan, serta (4) faktor pendukung dan penghambat pemanfaatannya di kelas I SD QTA An Nawa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan desain studi kasus tunggal untuk memperoleh gambaran mendalam tentang pemanfaatan IFP dalam konteks kelas yang nyata (Creswell & Poth, 2018). Penelitian dilaksanakan di SD QTA An Nawa, Jetis, pada Rabu, 23 September 2026, melalui satu kali observasi pembelajaran selama 70 menit. Observasi dilakukan dalam satu sesi karena penelitian ini bersifat deskriptif-kualitatif untuk mendokumentasikan secara terfokus pelaksanaan pembelajaran matematika menggunakan IFP pada jadwal pembelajaran yang dapat diakses peneliti, dan tidak dimaksudkan untuk mengukur perubahan hasil belajar. Hasil observasi karenanya diperlakukan sebagai gambaran kontekstual, bukan bukti pola yang konsisten pada semua pertemuan. Keterbatasan ini dibahas pada bagian Implikasi dan Keterbatasan Penelitian. Subjek observasi adalah 27 siswa kelas I. Informan wawancara terdiri atas guru kelas I, empat siswa, dan kepala sekolah. Guru kelas I dipilih karena terlibat langsung dalam pembelajaran yang memanfaatkan IFP. Kepala sekolah dipilih untuk memberikan informasi tentang dukungan fasilitas dan kebijakan sekolah. Empat siswa dipilih berdasarkan rekomendasi guru kelas untuk menggali pengalaman dan respons siswa selama pembelajaran. Guru merekomendasikan siswa dengan mempertimbangkan kesediaan berkomunikasi dan pengalaman mengikuti kegiatan pembelajaran menggunakan IFP, agar peneliti memperoleh penjelasan siswa tentang kegiatan yang diamati. Pemilihan ini bersifat purposif. Karena pemilihan dilakukan oleh guru, temuan dari keempat siswa dibaca sebagai gambaran kasus, bukan sebagai wakil seluruh siswa. Identitas keempat siswa disamarkan dengan kode A, B, C, dan D.

Penelitian dilaksanakan setelah memperoleh izin dari pihak sekolah dan surat izin dari orang tua atau wali siswa untuk wawancara serta dokumentasi. Kerahasiaan identitas siswa dijaga melalui penggunaan kode dalam penyajian data dan pembatasan informasi pribadi. Keikutsertaan siswa bersifat sukarela, dan dokumentasi, termasuk foto yang dipublikasikan, digunakan sesuai dengan persetujuan orang tua atau wali.

Instrumen penelitian berupa pedoman observasi dan pedoman wawancara semiterstruktur. Pedoman observasi memuat tiga aspek, yaitu cara guru mengoperasikan IFP, bentuk kegiatan pembelajaran, dan perilaku siswa selama pembelajaran. Pedoman wawancara guru memuat dasar pemilihan IFP, strategi penyajian materi, cara menilai pemahaman siswa, dan kendala yang dihadapi; pedoman wawancara kepala sekolah memuat dukungan fasilitas dan kebijakan sekolah; dan pedoman wawancara siswa memuat pengalaman belajar dan strategi

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

penyelesaian soal. Kedua pedoman ditelaah oleh dosen pembimbing sebelum digunakan dalam pengumpulan data.

Data dikumpulkan melalui tiga teknik. Pertama, observasi pembelajaran matematika materi penjumlahan dan pengurangan pada 23 September 2026 yang difokuskan pada cara guru mengoperasikan IFP, bentuk kegiatan pembelajaran, dan perilaku siswa. Kedua, wawancara semiterstruktur dengan guru kelas, kepala sekolah, dan empat siswa terpilih untuk memperoleh informasi mengenai dasar pemilihan IFP, pengalaman belajar siswa, strategi penyelesaian soal, serta kendala yang dihadapi dalam penggunaan IFP. Wawancara dilaksanakan pada 24 September 2026 dengan durasi 26 menit untuk guru kelas, 20 menit untuk kepala sekolah, dan 17 menit untuk setiap siswa. Data wawancara dikumpulkan melalui pencatatan tertulis selama dan setelah wawancara berlangsung. Catatan tersebut memuat jawaban partisipan, informasi penting, serta poin-poin yang relevan dengan fokus penelitian, kemudian ditelaah dan dikelompokkan berdasarkan tema untuk mendukung proses analisis data. Ketiga, dokumentasi berupa foto kegiatan pembelajaran.

Data dianalisis melalui reduksi, penyajian, dan penarikan simpulan (Miles et al., 2014), dengan identifikasi tema secara tematik (Braun & Clarke, 2006). Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber (guru, kepala sekolah, dan siswa) dan triangulasi teknik (observasi, wawancara, dan dokumentasi) (Carter et al., 2014; Lincoln & Guba, 1985). Setiap temuan diberi status bukti, yaitu teramati, terdokumentasi, atau dilaporkan melalui wawancara, sehingga klaim pada bagian hasil tidak melampaui sumber datanya. Pengodean data dilakukan secara mandiri oleh peneliti, dan konsistensi penafsiran dijaga melalui perbandingan antarsumber dan antarteknik pengumpulan data. Pengecekan ulang kepada informan (*member checking*) dilakukan dengan membacakan atau menunjukkan kembali ringkasan hasil wawancara kepada informan untuk dikonfirmasi, sehingga kesesuaian informasi dapat diperiksa sebelum digunakan dalam penyusunan temuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pemanfaatan IFP oleh Guru dalam Pembelajaran Matematika

Observasi pada 23 September 2026 di kelas I SD QTA An Nawa, yang melibatkan guru kelas dan 27 siswa, menunjukkan bahwa IFP dimanfaatkan sebagai media pendukung penyampaian materi penjumlahan dan pengurangan. Sebelum pembelajaran dimulai, guru menyalakan perangkat, menyiapkan materi, dan memastikan tampilan dapat digunakan. Materi yang disajikan meliputi gambar, angka, simbol operasi, dan soal latihan. Dokumentasi kegiatan memperlihatkan guru menyajikan materi pada IFP di hadapan siswa (Gambar 1) dan menampilkan soal penjumlahan sementara siswa mengikuti dari dekat layar (Gambar 2).

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional



Gambar 1. Guru menyajikan materi pada IFP di hadapan siswa kelas I



Gambar 2. Siswa mengikuti soal penjumlahan yang ditampilkan guru pada IFP

Selama pembelajaran, guru mengoperasikan layar untuk membuka materi, berpindah antartampilan, menunjukkan bagian tertentu dari soal, dan memberikan contoh penyelesaian secara bertahap. Pemanfaatan IFP tidak terbatas pada penayangan materi, karena guru mengintegrasikannya ke dalam tanya jawab dan latihan soal. Setelah menampilkan contoh, guru mengajukan pertanyaan, meminta siswa menentukan jawaban, lalu membahasnya. Ketika jawaban siswa kurang tepat, guru menjelaskan kembali langkah penyelesaian melalui layar. Kesempatan siswa untuk memperbaiki jawaban secara mandiri pada perangkat belum tampak secara konsisten.

Wawancara menunjukkan dasar pemilihan IFP. Guru kelas menyatakan, "Saya melihat dulu tujuan pembelajarannya dan materi apa yang akan disampaikan. Setelah itu saya menentukan bagian mana yang cocok menggunakan IFP," dan menegaskan, "Jadi IFP bukan tujuan pembelajarannya, tetapi alat bantu." Pemilihan media dengan demikian didasarkan pada tujuan dan karakteristik materi, terutama materi yang memerlukan visualisasi. Guru mencontohkan bahwa penjumlahan dapat diperkenalkan melalui gambar lima benda yang ditambah tiga benda sebelum siswa diarahkan pada bentuk operasi 5 + 3. Contoh ini merupakan ilustrasi dari wawancara, bukan angka yang secara khusus dipastikan muncul dalam observasi.

Urutan kegiatan yang teramati mencakup apersepsi, penyajian gambar atau soal, penghitungan, tanya jawab, dan latihan. Kepala sekolah menyampaikan keterangan yang sejalan, "Guru kelas cukup aktif memanfaatkan IFP, terutama ketika materi membutuhkan gambar atau latihan," dan menyebutkan bahwa siswa diberi kesempatan berinteraksi dengan layar sementara guru tetap mengarahkan kegiatan. Meskipun demikian, kegiatan yang teramati masih didominasi oleh penjelasan guru, pengamatan tampilan, tanya jawab, dan latihan individual. Permainan interaktif dan kerja kelompok menggunakan IFP belum menjadi bentuk kegiatan yang dominan.

Keterlibatan dan Respons Siswa selama Pembelajaran Menggunakan IFP

Keterlibatan siswa yang teramati berupa perhatian terhadap layar, jawaban lisan, kegiatan menghitung gambar, dan kesempatan mengerjakan soal secara langsung. Ketika guru menampilkan gambar atau soal, sebagian besar siswa mengarahkan pandangan ke layar dan mengikuti penjelasan. Beberapa siswa menjawab dari tempat duduk, sedangkan siswa lain maju untuk memilih atau menuliskan jawaban sesuai arahan guru. Siswa yang belum mendapat giliran mengamati tampilan dan respons temannya. Dokumentasi menunjukkan guru menunjuk bagian gambar pada soal pengurangan di layar (Gambar 3) dan siswa mengamati soal pengurangan yang ditampilkan pada IFP (Gambar 4).

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional



Gambar 3. Guru menunjuk bagian gambar pada soal pengurangan di layar IFP



Gambar 4. Siswa mengamati soal pengurangan yang ditampilkan pada IFP

Wawancara dengan empat siswa menunjukkan bahwa aktivitas tersebut dikenali sebagai bagian dari pengalaman belajar mereka (Tabel 1). Siswa A menjelaskan, "Saya melihat gambar, terus ikut menjawab. Kadang juga maju ke depan kalau disuruh," dan Siswa C menyatakan, "Melihat, menghitung, terus menjawab." Keterangan ini sejalan dengan hasil observasi. Ukuran tampilan, gambar, warna, dan kesempatan menyentuh layar menjadi aspek yang disukai siswa. Namun, ketertarikan tersebut tidak selalu disertai keberanian berpartisipasi. Siswa A mengatakan, "Suka, tapi kalau takut salah kadang malu," Siswa D menyatakan, "Suka, tapi kadang takut salah," dan Siswa B senang maju ke depan "kalau tidak malu".

Tabel 1. Ringkasan Respons Siswa yang Diwawancarai

Siswa	Aktivitas yang Dilaporkan	Aspek yang Disukai	Hambatan Afektif	Status Bukti
A	Melihat gambar, ikut menjawab, maju bila diminta	Maju ke depan dan menyentuh layar	Malu bila takut salah	Dilaporkan siswa
B	Tidak dilaporkan	Gambar yang besar; maju ke depan	Maju hanya "kalau tidak malu"	Dilaporkan siswa
C	Melihat, menghitung, menjawab	Layar lebih besar dan berwarna	Tidak dilaporkan	Dilaporkan siswa
D	Tidak dilaporkan	Menyukai pembelajaran dengan IFP	Kadang takut salah	Dilaporkan siswa

Guru kelas membenarkan adanya perbedaan keberanian tersebut. Menurutnya, "Ada juga anak yang awalnya malu atau takut salah. Biasanya saya beri kesempatan secara bertahap. Setelah melihat temannya mencoba, mereka mulai berani ikut." Guru menggambarkan siswa yang semula pasif berkembang dari memperhatikan, mengikuti kegiatan, hingga bersedia maju. Keterangan ini merupakan penilaian guru dan tidak disertai data pengamatan berulang untuk setiap siswa.

Kesempatan berinteraksi langsung dengan IFP juga dipengaruhi oleh pengaturan giliran. Berdasarkan hasil observasi, dari 27 siswa kelas I, sebanyak 18 siswa memperoleh giliran maju untuk berinteraksi langsung dengan IFP, sedangkan sembilan siswa lainnya tidak tercatat memperoleh giliran tersebut selama pembelajaran berlangsung. Beberapa siswa menunjukkan keinginan untuk maju ketika temannya sedang menggunakan perangkat, sehingga guru mengatur urutan partisipasi agar kegiatan tetap tertib. Siswa yang tidak memperoleh giliran tetap berpartisipasi melalui pengamatan dan jawaban lisan, tetapi bentuk partisipasi tersebut tidak memberikan pengalaman interaksi fisik dengan IFP yang sama seperti yang diperoleh

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

siswa yang maju. Interaksi yang teramati lebih banyak berupa interaksi guru dan siswa, sedangkan diskusi kelompok yang terstruktur belum tampak dalam kegiatan yang diamati.

Dukungan IFP terhadap Proses Pemahaman Konsep Penjumlahan dan Pengurangan

Pemanfaatan IFP terlihat terutama melalui penggunaan gambar sebagai perantara untuk menjelaskan operasi hitung. Pada penjumlahan, guru menampilkan kelompok objek dan meminta siswa menghitung jumlahnya sebelum menghubungkan hasilnya dengan angka dan simbol penjumlahan. Pada pengurangan, guru menggunakan gambar benda, menunjukkan sebagian benda yang dikurangi, lalu mengarahkan siswa menentukan jumlah yang tersisa. Urutan ini menunjukkan penggunaan representasi visual sebelum siswa diarahkan pada representasi simbolik.

Dalam penyelesaian soal, guru menampilkan soal, mengarahkan siswa mengamati gambar atau angka, meminta mereka menghitung, dan membahas jawaban yang muncul. Guru kelas menyatakan, "Anak kelas I masih membutuhkan contoh yang konkret dan visual. Dengan IFP saya bisa mulai dari gambar atau benda, kemudian diarahkan ke angka dan simbol matematikanya." Guru menambahkan bahwa soal yang hanya berupa angka dapat membutuhkan waktu lebih lama untuk dipahami sebagian siswa.

Pengalaman siswa menunjukkan pola yang sejalan. Siswa A menjelaskan, "Saya menghitung gambarnya dulu. Kalau sudah tahu baru pilih jawabannya," dengan contoh, "Misalnya ada tiga apel terus ada dua lagi, saya hitung semuanya." Siswa B mencari jawaban dengan cara "dihitung satu-satu", sedangkan Siswa C menyatakan, "Saya lihat gambarnya terus dihitung." Ketiga keterangan ini menunjukkan bahwa siswa menggunakan gambar sebagai acuan untuk menentukan hasil penghitungan.

Guru menyatakan bahwa ia menilai pemahaman siswa melalui latihan dan pertanyaan setelah penggunaan IFP, termasuk meminta beberapa siswa menjelaskan cara memperoleh jawaban. Namun, data penelitian tidak memuat contoh jawaban tertulis siswa, transkrip penjelasan matematis, ataupun rekapitulasi hasil latihan. Tabel 2 merangkum triangulasi temuan mengenai penggunaan representasi visual beserta batas bukti yang tersedia.

Tabel 2. Triangulasi Temuan tentang Penggunaan Representasi Visual

Sumber Data	Temuan Utama	Status Bukti
Observasi	Gambar kelompok objek dan benda yang dikurangi ditampilkan, siswa menghitung, lalu hasilnya dihubungkan dengan angka dan simbol operasi	Teramati
Dokumentasi	Foto menampilkan gambar dan objek penjumlahan serta pengurangan pada layar IFP	Terdokumentasi
Wawancara guru	Anak kelas I membutuhkan contoh konkret dan visual; pembelajaran dimulai dari gambar, kemudian angka dan simbol	Dilaporkan guru
Wawancara siswa	Siswa A, B, dan C menghitung gambar sebelum menentukan jawaban	Dilaporkan siswa
Data yang tidak tersedia	Jawaban tertulis siswa, transkrip penjelasan matematis, dan rekapitulasi hasil latihan	Keterbatasan data

Dengan demikian, dukungan IFP yang paling jelas teridentifikasi adalah penyajian representasi visual, pemberian kesempatan menghitung objek, dan

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

penghubungan gambar dengan angka serta simbol operasi. Bukti ini menjelaskan bagaimana materi disajikan dan bagaimana siswa melaporkan strategi penyelesaiannya, tetapi belum cukup untuk menyimpulkan peningkatan pemahaman konseptual atau hasil belajar seluruh siswa.

Faktor Pendukung dan Penghambat Pemanfaatan IFP

Pemanfaatan IFP didukung oleh ketersediaan perangkat, persiapan bahan ajar, kemampuan guru menggunakan fungsi dasar perangkat, dan dukungan sekolah. Selama observasi, guru menyiapkan materi sebelum pembelajaran, mengoperasikan layar untuk membuka soal, dan berpindah antartampilan sesuai kegiatan. Perangkat berfungsi hingga pembelajaran selesai tanpa gangguan teknis yang berarti. Guru kelas menyatakan, "Saya juga memastikan IFP sudah siap digunakan sebelum pembelajaran dimulai supaya waktu belajar tidak banyak terbuang." Kepala sekolah menyebutkan fasilitas, kesiapan guru, bahan pembelajaran yang sesuai, dan dukungan sekolah sebagai faktor penting. Menurutnya, guru mendapat pengarahan dan pendampingan, memiliki kesempatan berbagi pengalaman, dan diberi ruang untuk menentukan kapan IFP sesuai digunakan, tanpa kewajiban menggunakannya dalam setiap pembelajaran.

Kendala yang diidentifikasi tidak seluruhnya muncul dalam observasi. Guru kelas menyatakan, "Kendalanya ada pada teknis dan juga pengelolaan siswa. Kadang perangkat atau koneksi mengalami kendala," serta menjelaskan bahwa siswa terkadang terlalu antusias sehingga ingin maju bersamaan. Kebutuhan mengatur giliran terlihat dalam observasi, sedangkan gangguan perangkat atau koneksi hanya dilaporkan berdasarkan pengalaman guru. Guru juga mengungkapkan, "Pernah, terutama kalau saya menggunakan aktivitas yang terlalu menarik. Anak-anak bisa lebih fokus pada tampilannya dari pada materi," sehingga ia perlu menghentikan aktivitas sejenak dan mengingatkan tujuan pembelajaran. Untuk menjaga kesinambungan ketika perangkat bermasalah, guru menyatakan, "Kalau IFP bermasalah, saya bisa menggunakan papan tulis atau media lain." Strategi ini merupakan rencana yang dilaporkan, bukan tindakan yang teramati, karena tidak ada gangguan teknis berarti selama observasi.

Pengaturan partisipasi juga berkaitan dengan keterbatasan waktu. Ketika satu siswa maju, siswa lain menunggu giliran atau mengikuti dari tempat duduk, sehingga guru perlu menjaga agar interaksi dengan layar tidak mengurangi waktu penjelasan, latihan, dan kegiatan penutup. Siswa yang takut salah memerlukan pendampingan agar tetap terlibat tanpa merasa tertekan. Tabel 3 membedakan kondisi yang teramati dari kondisi yang dilaporkan dalam wawancara.

Tabel 3. Faktor Pendukung dan Penghambat Berdasarkan Status Bukti

Faktor	Kondisi Teramati	Kondisi Dilaporkan dalam Wawancara
Pendukung: kesiapan perangkat dan bahan ajar	Materi disiapkan; perangkat berfungsi tanpa gangguan berarti	Guru memastikan IFP siap sebelum pembelajaran
Pendukung: dukungan sekolah	Tidak tercatat	Kepala sekolah: pengarahan, pendampingan, berbagi pengalaman, keleluasaan memilih media
Penghambat: gangguan teknis atau koneksi	Tidak ditemukan	Dilaporkan guru sebagai pengalaman sebelumnya

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

Penghambat: pengaturan giliran	Teramati	Siswa terlalu antusias dan ingin maju bersamaan
Penghambat: perhatian beralih ke tampilan	Tidak tercatat	Aktivitas yang terlalu menarik mengalihkan fokus dari materi
Penghambat: rasa malu atau takut salah	Tidak tercatat	Dilaporkan Siswa A, B, dan D serta guru
Strategi alternatif jika IFP bermasalah	Tidak teramati karena tidak ada gangguan	Guru menggunakan papan tulis atau media lain

Pembahasan

Integrasi IFP dalam Praktik Pedagogis Guru

Temuan penelitian menunjukkan bahwa guru kelas I memanfaatkan IFP melalui integrasi perangkat ke dalam perencanaan, penyajian materi, tanya jawab, latihan soal, dan umpan balik. Guru tidak menggunakannya semata-mata untuk menggantikan papan tulis, tetapi untuk menampilkan representasi visual dan mengarahkan siswa mengikuti proses penyelesaian soal. Pernyataan guru bahwa IFP merupakan alat bantu dan bukan tujuan pembelajaran menempatkan teknologi sebagai sarana pencapaian tujuan pedagogis, yang sejalan dengan kerangka pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten (Mishra & Koehler, 2006).

Pemilihan materi yang memerlukan visualisasi menunjukkan upaya menyesuaikan media dengan karakteristik matematika kelas awal. Ketika guru menampilkan gambar, meminta siswa menghitung, lalu menghubungkan hasilnya dengan simbol operasi, siswa memperoleh kesempatan mengamati hubungan antara representasi gambar dan simbolik. Urutan ini sejalan dengan peralihan dari bentuk ikonik ke simbolik menurut Bruner (1966) dan dengan gagasan bahwa pemahaman matematis tumbuh melalui penerjemahan antarrepresentasi (Lesh et al., 1987). Gambar pada layar bukan benda konkret yang dapat dimanipulasi, tetapi dapat berfungsi sebagai representasi visual dari kuantitas yang dipelajari.

Jika dipetakan pada tahapan Bruner (1966), IFP dalam penelitian ini terutama bekerja pada tahap ikonik, yaitu ketika gambar kelompok objek ditampilkan dan dihitung, serta pada peralihan menuju tahap simbolik ketika guru menghubungkan hasil penghitungan dengan angka dan simbol operasi. Tahap enaktif, yaitu tindakan langsung pada benda nyata, tidak tampak dalam data, dan layar sentuh tidak otomatis menggantikannya: menyentuh layar untuk memilih jawaban berbeda dari menggabungkan atau mengambil benda secara fisik. Karena itu, representasi ikonik digital sebaiknya tidak dipandang menggantikan tahap enaktif pada kelas I. Pembelajaran dapat menempatkan benda konkret terlebih dahulu, lalu IFP berperan menampilkan, merekam, dan menjembatani gambar menuju simbol. Fitur pada perangkat lunak yang memungkinkan objek dipindahkan di layar dapat dipertimbangkan sebagai penghubung antartahap, tetapi manfaatnya belum diuji dalam penelitian ini.

Temuan ini dapat dianalisis melalui pendekatan CPA (Hoong et al., 2015), yang relevan dengan hasil penelitian tentang representasi matematis (Gultom et al., 2025), numerasi (Suryaningsih et al., 2025), dan pembelajaran bilangan kelas I (Wijaya & Sari, 2026). Meskipun demikian, penggunaan IFP dalam penelitian ini tidak dapat disebut penerapan CPA secara utuh. Data memperlihatkan penggunaan gambar dan simbol, tetapi belum memberikan bukti penggunaan benda konkret secara sistematis sebagai tahap tersendiri. Penelitian ini juga bersifat deskriptif sehingga tidak menguji

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

efektivitas CPA sebagaimana studi eksperimen atau metode campuran terdahulu (Iyamuremye & Burns, 2025).

Dari sisi teknologi interaktif, tinjauan De Vita et al. (2014) mencatat kecenderungan guru menggunakan IWB sebagai papan tulis visual berukuran besar atau alat presentasi. Serow dan Callingham (2011) membedakan tingkat penggunaan IWB oleh guru matematika sekolah dasar, sedangkan Smith et al. (2005) dan Higgins et al. (2007) menekankan perbedaan antara interaktivitas teknis dan interaktivitas pedagogis. Dalam penelitian ini, fungsi IFP sebagai media presentasi terlihat jelas, tetapi interaktivitas pedagogisnya masih terbatas karena kegiatan didominasi arahan guru dan latihan individual. Kemampuan siswa menyentuh layar atau memilih jawaban menunjukkan interaksi dengan perangkat. Interaktivitas pedagogis yang lebih mendalam memerlukan kegiatan yang mendorong siswa menjelaskan strategi, membandingkan jawaban, mengoreksi kesalahan, atau mendiskusikan alasan matematis, sebagaimana dikaji dalam penggunaan IWB untuk mengorkestrasi dialog kelas (Mercer et al., 2010).

Umpan balik guru ketika jawaban kurang tepat merupakan praktik yang berharga. Namun, umpan balik cenderung lebih bermakna apabila membantu siswa memantau dan memperbaiki pekerjaannya sendiri (Hattie & Timperley, 2007). Karena kesempatan siswa memperbaiki jawaban secara mandiri belum tampak konsisten, rancangan aktivitas yang memberi ruang koreksi mandiri pada layar menjadi arah pengembangan yang relevan. Sejalan dengan itu, fitur persiapan materi dan tampilan yang dapat diatur oleh guru memberi manfaat belajar terutama bila digunakan secara bertujuan (Kennewell & Beauchamp, 2007).

Dimensi Keterlibatan dan Kesediaan Berpartisipasi Siswa

Keterlibatan siswa dapat ditelaah melalui dimensi perilaku, emosional, dan kognitif (Fredricks et al., 2004). Perhatian pada layar, jawaban lisan, dan kesediaan maju merupakan keterlibatan perilaku yang teramati. Rasa suka terhadap gambar besar, warna, dan kesempatan menyentuh layar menunjukkan dimensi emosional yang positif, sedangkan rasa malu dan takut salah menunjukkan sisi emosional yang lain. Keterlibatan kognitif, yaitu upaya mental memahami konsep, tidak dapat disimpulkan langsung dari data karena perhatian terhadap layar tidak selalu berarti siswa memproses konsep secara mendalam.

Torff dan Tirotta (2010) melaporkan kenaikan kecil motivasi belajar matematika yang dilaporkan sendiri oleh siswa sekolah dasar pada pembelajaran berbantuan papan interaktif. Ungkapan siswa dalam penelitian ini menunjukkan preferensi dan pengalaman positif, tetapi bukan bukti peningkatan motivasi yang terukur karena tidak ada instrumen motivasi yang digunakan. Demikian pula, pernyataan guru tentang siswa yang antusias merupakan persepsi guru yang perlu dibaca bersama data observasi. Keterangan guru bahwa aktivitas yang terlalu menarik dapat mengalihkan fokus ke tampilan selaras dengan temuan pembelajaran multimedia bahwa unsur yang menarik tetapi tidak relevan dengan tujuan belajar dapat mengganggu pemrosesan materi inti (Mayer, 2021). Daya tarik visual IFP berpotensi mendukung perhatian, tetapi manfaatnya bergantung pada keterkaitan tampilan dengan tujuan belajar.

Rasa malu dan takut salah yang dilaporkan Siswa A, B, dan D menunjukkan bahwa kesediaan berinteraksi tidak hanya ditentukan oleh daya tarik media, tetapi juga oleh keyakinan terhadap jawaban dan kenyamanan tampil di depan teman. Dalam kerangka kecakapan matematis, sikap memandang matematika sebagai sesuatu yang

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

dapat dipelajari dan kesalahan sebagai bagian dari belajar termasuk disposisi produktif (Kilpatrick et al., 2001). Praktik guru memberi kesempatan secara bertahap dapat dipahami sebagai upaya membangun disposisi tersebut. Pengamatan terhadap teman yang mencoba mungkin membantu siswa lain memahami bahwa kegiatan itu dapat dilakukan, tetapi karena data belum dilengkapi catatan perkembangan individual yang berulang, pola ini belum dapat dipastikan berlaku bagi seluruh siswa atau sebagai akibat langsung penggunaan IFP.

Temuan ini dapat dikaitkan dengan literatur tentang iklim kelas. Ames (1992) menjelaskan bahwa struktur kelas, terutama cara kinerja siswa dinilai dan ditampilkan, memengaruhi orientasi motivasi siswa. Ketika jawaban dibahas di depan seluruh kelas melalui layar besar, kesalahan menjadi terlihat oleh teman sebaya sehingga siswa yang belum yakin dapat memilih menahan diri. Sebaliknya, kelas yang memperlakukan kesalahan sebagai bagian dari belajar mendorong siswa lebih bersedia mencoba (Boaler, 2016). Dalam penelitian ini, guru menanggapi jawaban yang kurang tepat dengan menjelaskan kembali langkah penyelesaian melalui layar, tetapi data belum merinci cara guru menanggapi kesalahan di depan teman sekelas, misalnya apakah siswa diberi kesempatan mencoba lagi tanpa merasa dinilai. Aspek ini perlu diamati lebih lanjut karena dapat menentukan apakah layar besar menjadi ruang yang aman atau menegangkan bagi siswa kelas awal.

Temuan bahwa 18 dari 27 siswa memperoleh giliran berinteraksi langsung dengan IFP menunjukkan bahwa kesempatan menggunakan perangkat belum mencakup seluruh siswa selama pembelajaran yang diamati. Sembilan siswa lainnya tetap memiliki kesempatan mengikuti penjelasan guru, mengamati tampilan materi, dan berpartisipasi melalui jawaban lisan. Dari sisi dimensi keterlibatan menurut Fredricks et al. (2004), bentuk partisipasi tersebut tetap menunjukkan keterlibatan perilaku. Meskipun demikian, terdapat perbedaan pengalaman belajar antara siswa yang berinteraksi langsung dengan layar dan siswa yang hanya berpartisipasi secara lisan. Siswa yang maju memperoleh kesempatan untuk memilih atau menyampaikan jawaban melalui perangkat serta berinteraksi secara langsung dengan soal yang ditampilkan, termasuk pengalaman menyentuh layar yang disukai siswa. Sebaliknya, siswa yang tidak maju tidak memperoleh pengalaman manipulasi langsung tersebut pada kesempatan pembelajaran yang sama.

Perbedaan ini tidak serta-merta menunjukkan bahwa siswa yang tidak memperoleh giliran memiliki pemahaman matematika yang lebih rendah. Partisipasi lisan dan pengamatan tetap dapat mendukung keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Akan tetapi, jika kesempatan menggunakan IFP hanya diberikan kepada sebagian siswa secara berulang, siswa lainnya berpotensi memiliki kesempatan yang lebih terbatas untuk berlatih menjawab soal melalui perangkat, mencoba jawaban secara langsung, dan memperoleh umpan balik ketika mengerjakan soal di layar. Bila giliran maju lebih sering jatuh pada siswa yang lebih berani, perangkat juga berpotensi memperlebar kesenjangan antara siswa yang percaya diri dan siswa yang masih malu atau takut salah seperti dilaporkan Siswa A, B, dan D. Dugaan ini belum dapat diuji karena observasi hanya mencatat jumlah siswa yang memperoleh giliran dalam satu sesi, bukan frekuensi giliran per siswa, sehingga penelitian lanjutan perlu mencatatnya. Oleh karena itu, pemerataan partisipasi perlu diperhatikan agar penggunaan IFP tidak hanya menarik perhatian siswa, tetapi juga menyediakan kesempatan belajar yang memadai bagi seluruh siswa.

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

Dalam kelas yang terdiri atas 27 siswa dengan satu perangkat IFP, interaksi langsung dengan layar harus dilakukan bergantian sehingga pengaturan giliran menjadi bagian penting dari pengelolaan pembelajaran. Siswa yang tidak menyentuh layar tidak berarti tidak terlibat, tetapi bentuk dan intensitas partisipasinya berbeda. Guru perlu menyeimbangkan ketertiban penggunaan perangkat dengan pemerataan kesempatan siswa untuk berinteraksi langsung. Salah satu alternatif yang dapat dipertimbangkan adalah meminta semua siswa memikirkan jawaban terlebih dahulu, menyampaikan alasan penghitungan, atau mencatat jawaban sebelum menunjuk siswa maju, serta mengombinasikan penggunaan IFP secara bergiliran dengan kegiatan berhitung menggunakan gambar atau benda konkret, menjawab soal secara lisan, dan menyelesaikan latihan sederhana secara individual atau berpasangan. Strategi tersebut dapat mengurangi dominasi siswa yang lebih berani dan menjaga keterlibatan siswa yang masih ragu, sehingga siswa yang belum mendapat giliran menggunakan layar tetap memiliki kesempatan untuk menunjukkan cara berpikir dan pemahamannya. Namun, alternatif tersebut merupakan implikasi pedagogis dari temuan, bukan kegiatan yang diklaim telah dilaksanakan dalam observasi ini.

Representasi Visual dan Batas Bukti Pemahaman Konsep

Gambar pada IFP membantu siswa mengamati kuantitas, menghitung objek, dan menghubungkan hasil penghitungan dengan simbol matematika. Strategi ini relevan dengan kebutuhan kelas awal ketika siswa sedang membangun hubungan antara jumlah benda dan lambang bilangan. Pada penjumlahan, gambar memungkinkan siswa melihat dua kelompok objek sebagai kuantitas yang dapat digabungkan, sedangkan pada pengurangan gambar membantu mengamati perubahan jumlah atau banyaknya objek yang tersisa. Potensi ini akan lebih besar bila guru secara eksplisit menjelaskan hubungan antara objek, jumlah, dan simbol, seperti tahap *pictorial* yang dilaporkan membantu membangun representasi visual pada pembelajaran bilangan kelas I (Wijaya & Sari, 2026).

Tampilan besar juga memberi guru kesempatan menunjuk bagian soal yang relevan kepada seluruh kelas. Dalam perspektif pembelajaran multimedia, pengarahan perhatian semacam ini dapat membantu siswa memilih informasi penting dan mengurangi beban kognitif yang tidak perlu (Mayer, 2021; Sweller et al., 2011). Manfaat tersebut bergantung pada rancangan tampilan yang sederhana dan sesuai tujuan, karena daya tarik berlebih dapat menjadi sumber beban tambahan.

Kesesuaian antara keterangan guru, pengalaman siswa, dan aktivitas yang diamati memperkuat gambaran bahwa gambar digunakan sebagai acuan penghitungan. Namun, bukti ini terbatas pada proses penyelesaian soal yang dilaporkan. Menghitung gambar dan memilih jawaban yang benar belum membuktikan bahwa siswa memahami hubungan antara penjumlahan dan penggabungan atau antara pengurangan dan perubahan jumlah. Pemahaman konseptual menurut Kilpatrick et al. (2001) mencakup kemampuan menghubungkan gagasan dan menjelaskan alasan, sehingga diperlukan data berupa jawaban tertulis, penjelasan lisan yang ditranskripsikan, dan hasil latihan yang direkap. Penelitian ini mendeskripsikan penggunaan IFP dan proses yang diamati atau dilaporkan, sehingga tidak menguji peningkatan pemahaman atau efektivitas pendekatan tertentu.

Kondisi Pendukung dan Penghambat dalam Perspektif Literatur

Faktor pendukung yang ditemukan, yaitu kesiapan perangkat, perencanaan guru, bahan ajar visual, dan dukungan sekolah, sejalan dengan temuan bahwa penggunaan

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

teknologi oleh guru dipengaruhi oleh pengetahuan, keyakinan, kepercayaan diri, dan budaya sekolah (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010). Kebijakan sekolah yang memberi keleluasaan guru memilih media menempatkan pertimbangan pedagogis di atas kewajiban penggunaan perangkat. Pendampingan dan kesempatan berbagi pengalaman juga sesuai dengan gambaran bahwa penggunaan papan interaktif berkembang bertahap seiring dukungan dan kepercayaan diri guru (Beauchamp, 2004). Penelitian terkini tentang IFP di sekolah dasar juga menekankan peran pengelolaan oleh kepala sekolah dan guru (Herawati & Maisaroh, 2026) serta kesiapan pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten guru (Noeraini et al., 2026), yang sejalan dengan temuan bahwa perencanaan guru dan dukungan sekolah menopang pemanfaatan IFP.

Faktor penghambat yang teridentifikasi meliputi potensi gangguan teknis, kebutuhan mengatur waktu dan giliran, perbedaan keberanian siswa, serta kemungkinan perhatian beralih dari materi ke perangkat. Keandalan teknis dan pelatihan guru memang merupakan isu yang berulang dalam kajian papan interaktif (Smith et al., 2005). Strategi cadangan berupa papan tulis menunjukkan perencanaan guru untuk menjaga kesinambungan pembelajaran. Pembedaan antara kondisi yang teramati dan kendala yang hanya dilaporkan dipertahankan agar gambaran pelaksanaan IFP tidak lebih luas daripada bukti yang tersedia (Tabel 3). Evaluasi heuristik pada IFP untuk pengajaran interaktif melaporkan masalah kegunaan pada perangkat lunak IFP (Chien, 2024), sehingga kendala teknis dapat bersumber dari rancangan perangkat lunak dan tidak hanya dari koneksi.

Implikasi dan Keterbatasan Penelitian

Implikasinya, guru perlu merancang aktivitas yang tidak hanya memanfaatkan tampilan menarik, tetapi juga mengarahkan siswa menjelaskan cara menghitung, menghubungkan gambar dengan simbol, dan memeriksa kembali jawaban. Pengembangan bahan ajar digital perlu mengikuti kebutuhan konsep dan tujuan pembelajaran. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, yaitu cakupan pada satu kelas dan satu sesi observasi pada jadwal yang dapat diakses peneliti, jumlah siswa informan yang kecil dan dipilih berdasarkan rekomendasi guru sehingga pengalaman siswa yang lebih pendiam belum tentu tergambarkan memadai, pengodean data oleh satu peneliti, pencatatan giliran maju yang terbatas pada jumlah siswa dalam satu sesi tanpa rincian frekuensi per siswa, serta ketiadaan data hasil kerja siswa dan hasil belajar. Temuan karenanya bersifat kontekstual dan tidak dimaksudkan untuk digeneralisasi. Penelitian lanjutan dapat menggunakan observasi berulang, analisis jawaban tertulis, wawancara berbasis tugas, dan desain kuasi-eksperimen untuk menguji dampak IFP terhadap pemahaman konseptual.

KESIMPULAN

Guru kelas I SD QTA An Nawa memanfaatkan *Interactive Flat Panel* (IFP) sebagai alat bantu yang dipilih berdasarkan tujuan pembelajaran dan karakteristik materi, bukan sebagai tujuan itu sendiri. Pada materi penjumlahan dan pengurangan, IFP digunakan untuk menyajikan gambar dan soal, memberi contoh penyelesaian secara bertahap, serta mendukung kegiatan tanya jawab dan latihan. Siswa menunjukkan keterlibatan perilaku melalui perhatian pada layar, jawaban lisan, kegiatan menghitung gambar, dan kesediaan maju untuk berinteraksi dengan layar.

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

Meskipun demikian, keberanian dan kesempatan berpartisipasi belum merata karena rasa malu, takut salah, dan pengaturan giliran dalam kelas yang berjumlah 27 siswa, dengan 18 siswa memperoleh giliran berinteraksi langsung dengan IFP.

Dukungan IFP yang paling jelas terlihat pada penyajian representasi visual yang membantu siswa menghitung objek dan menghubungkan gambar dengan angka serta simbol operasi. Kesiapan perangkat, perencanaan guru, bahan ajar visual, dan dukungan sekolah menjadi faktor pendukung. Faktor penghambatnya adalah potensi gangguan teknis, keterbatasan waktu dan giliran, perbedaan keberanian siswa, serta kemungkinan perhatian siswa beralih dari materi ke tampilan. Interaktivitas pedagogis IFP juga masih terbatas karena kegiatan didominasi arahan guru dan latihan individual, sementara kesempatan siswa memperbaiki jawaban secara mandiri pada layar belum tampak konsisten.

Temuan ini bersifat kontekstual dan terbatas pada satu kelas dan satu sesi observasi. Data yang tersedia belum mencakup jawaban tertulis siswa, transkrip penjelasan matematis, maupun rekapitulasi hasil latihan, sehingga belum cukup untuk menyimpulkan peningkatan pemahaman konseptual, motivasi yang terukur, atau hasil belajar. Guru disarankan merancang aktivitas yang memberi kesempatan kepada seluruh siswa untuk menjelaskan strategi penghitungan, membandingkan jawaban, dan memperbaiki pekerjaannya sendiri, termasuk bagi siswa yang masih ragu tampil di depan kelas. Penelitian selanjutnya disarankan (1) mengamati beberapa sesi berturut-turut, misalnya minimal tiga pertemuan yang mencakup penjumlahan dan pengurangan; (2) mengumpulkan data hasil belajar berupa lembar kerja tertulis siswa, rekaman dan transkrip penjelasan lisan, serta skor tes awal dan tes akhir; dan (3) menggunakan desain kuasi-eksperimen dengan kelas pembanding atau penelitian tindakan kelas bersiklus yang memungkinkan penelusuran perubahan pemahaman konsep penjumlahan dan pengurangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada SD QTA An Nawa atas izin dan dukungan selama pengumpulan data, kepada guru kelas I, siswa, dan kepala sekolah yang telah menjadi informan, serta kepada dosen pembimbing atas arahan dan masukannya.

DAFTAR PUSTAKA

Ames, C. (1992). Classrooms: Goals, structures, and student motivation. *Journal of Educational Psychology, 84*(3), 261–271. https://doi.org/10.1037/0022-0663.84.3.261

Beauchamp, G. (2004). Teacher use of the interactive whiteboard in primary schools: Towards an effective transition framework. *Technology, Pedagogy and Education, 13*(3), 327–348. https://doi.org/10.1080/14759390400200186

Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. Jossey-Bass.

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Harvard University Press.

Carter, N., Bryant-Lukosius, D., DiCenso, A., Blythe, J., & Neville, A. J. (2014). The use of triangulation in qualitative research. *Oncology Nursing Forum, 41*(5), 545–547. https://doi.org/10.1188/14.ONF.545-547

Chien, Y.-H. (2024). Heuristic evaluation of interactive flat panel for interactive teaching. *Usability and User Experience, 156*, 129–134. https://doi.org/10.54941/ahfe1005422

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

De Vita, M., Verschaffel, L., & Elen, J. (2014). Interactive whiteboards in mathematics teaching: A literature review. *Education Research International, 2014*, Article 401315. https://doi.org/10.1155/2014/401315

Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education, 42*(3), 255–284. https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551

Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research, 74*(1), 59–109. https://doi.org/10.3102/00346543074001059

Gultom, P. W. B., Sitorus, N. F., Hutahaean, E. O. P., & Silalahi, T. M. (2025). Pengaruh model pembelajaran Concrete Pictorial Abstract terhadap kemampuan representasi matematis di sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Tambusai, 9*(2), 24225–24233. https://doi.org/10.31004/jptam.v9i2.30562

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research, 77*(1), 81–112. https://doi.org/10.3102/003465430298487

Herawati, Y., & Maisaroh, S. (2026). Manajemen pemanfaatan *Interactive Flat Panel* (IFP) untuk meningkatkan hasil belajar matematika siswa kelas III SD Negeri Ngemplak I. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 11*(2), 225–236. https://doi.org/10.23969/jp.v11i02.52176

Higgins, S., Beauchamp, G., & Miller, D. (2007). Reviewing the literature on interactive whiteboards. *Learning, Media and Technology, 32*(3), 213–225. https://doi.org/10.1080/17439880701511040

Hoong, L. Y., Kin, H. W., & Pien, C. L. (2015). Concrete-pictorial-abstract: Surveying its origins and charting its future. *The Mathematics Educator, 16*(1), 1–18.

Iyamuremye, E., & Burns, D. (2025). Concrete-pictorial-abstract instruction: Enhancing students' learning motivation and achievement in mathematics. *Cogent Education, 12*(1), Article 2558303. https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2558303

Kennewell, S., & Beauchamp, G. (2007). The features of interactive whiteboards and their influence on learning. *Learning, Media and Technology, 32*(3), 227–241. https://doi.org/10.1080/17439880701511073

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academy Press. https://doi.org/10.17226/9822

Lesh, R., Post, T., & Behr, M. (1987). Representations and translations among representations in mathematics learning and problem solving. In C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics* (pp. 33–40). Lawrence Erlbaum Associates.

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. SAGE Publications.

Mayer, R. E. (2021). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781316941355

Mercer, N., Hennessy, S., & Warwick, P. (2010). Using interactive whiteboards to orchestrate classroom dialogue. *Technology, Pedagogy and Education, 19*(2), 195–209. https://doi.org/10.1080/1475939X.2010.491230

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017–1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Noeraini, L., Andaryani, E. T., Avrilianda, D., & Widiarti, N. (2026). Integrasi media digital *Interactive Flat Panel* (IFP) dengan manipulatif virtual Polypad berbasis TPACK untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar matematika murid sekolah dasar: Systematic literature review. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 11*(2), 700–718. https://doi.org/10.23969/jp.v11i2.46643

Serow, P., & Callingham, R. (2011). Levels of use of interactive whiteboard technology in the primary mathematics classroom. *Technology, Pedagogy and Education, 20*(2), 161–173. https://doi.org/10.1080/1475939X.2011.588418

Smith, H. J., Higgins, S., Wall, K., & Miller, J. (2005). Interactive whiteboards: Boon or bandwagon? A critical review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning, 21*(2), 91–101. https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2005.00117.x

Suryaningsih, T., Nisa, K., Widiyanto, R., Latip, A. E., & Siron, Y. (2025). Enhancing elementary students' numeracy skills through the Concrete Pictorial Abstract (CPA) approach. *Journal of Integrated Elementary Education, 5*(1), 224–236. https://doi.org/10.21580/jieed.v5i1.25383

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4

Torff, B., & Tirotta, R. (2010). Interactive whiteboards produce small gains in elementary students' self-reported motivation in mathematics. *Computers & Education, 54*(2), 379–383. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.08.019

Wijaya, N. K. E. E., & Sari, G. (2026). Implementasi pendekatan Concrete–Pictorial–Abstract (CPA) pada pelajaran matematika topik bilangan untuk kelas 1 sekolah dasar. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika, 10*(3), 1463–1474. https://doi.org/10.31004/cendekia.v10i3.5123

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional