Copyright © 2026 The Author(s)
Didaktika: Jurnal Kependidikan Vol. 15 No. 4, November 2026

Analisis Kebutuhan dan Rancangan Media Dakon Braille Interaktif (DAKBRA-I) untuk Numerasi Murid Disabilitas Netra Fase D

Sherly Eka Khristina[1], Asri Wijiastuti[2], Pamuji[3]
[1,2,3]Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

[1]25010915022@mhs.unesa.ac.id
DOI: https://doi.org/10.58230/27454312.5341

Abstrak

Pembelajaran matematika bagi siswa dengan gangguan penglihatan sangat bergantung pada media taktil. Namun, media yang tersedia di sekolah luar biasa (SLB) umumnya bersifat konvensional dan tidak memungkinkan siswa untuk memeriksa hasil pekerjaan mereka secara mandiri. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan analisis kebutuhan dan rancangan Dakon Braille Interaktif (DAKBRA-I), sebuah media papan taktil non-elektronik untuk mengajarkan operasi penjumlahan hingga 100 bagi siswa Fase D dengan gangguan penglihatan. Istilah "interaktif" di sini merujuk pada interaksi fisik yang diatur oleh aturan tertentu—melibatkan siswa, papan, biji hitung, kartu soal braille, dan guru—tanpa menggunakan komponen elektronik maupun sistem umpan balik otomatis. Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (*research and development*) dengan model ADDIE; artikel ini secara khusus melaporkan tahapan analisis dan perancangan. Data dikumpulkan di sebuah SLB di Malang, yang melibatkan seorang guru kelas dan lima siswa tunanetra total berusia 8–12 tahun, melalui wawancara, observasi kelas, serta asesmen diagnostik yang terdiri dari 12 butir soal. Data kemudian dianalisis secara deskriptif dengan teknik triangulasi. Guru melaporkan bahwa media yang tersedia (seperti sempoa dan soroban braille) bersifat konvensional dan tidak menyediakan mekanisme bagi siswa untuk memverifikasi hasil kerja mereka. Dalam tugas menghitung jumlah benda (menggunakan dadu), tiga dari lima siswa mampu menyebutkan jumlah yang tepat. Skor asesmen diagnostik menunjukkan angka 58,33% untuk kemampuan numerasi prasyarat (kategori risiko tinggi) dan 40,00% untuk kemampuan penjumlahan (kategori berat), dengan kesulitan terbesar ditemukan pada operasi penjumlahan yang melibatkan teknik menyimpan (*regrouping*). DAKBRA-I dirancang sebagai papan taktil dengan delapan lubang (ukuran 24 × 10 cm) yang dilengkapi label braille timbul, 100 biji hitung, kartu soal braille dalam dua tingkat kesulitan, dua lubang penampung untuk menghitung ulang hasil, serta buku panduan bagi guru. Angka direpresentasikan melalui jumlah biji, dan hasil penjumlahan diperoleh dengan menggabungkan dua kelompok biji lalu menghitungnya kembali. Prototipe ini belum divalidasi oleh ahli maupun diuji coba kepada siswa, sehingga kelayakan, kepraktisan, dan efektivitasnya belum diketahui.
Kata kunci: media taktil, gangguan penglihatan, dakon, numerasi, analisis kebutuhan

Pendahuluan

Numerasi merupakan kecakapan fundamental dalam kehidupan bermasyarakat. Bagi murid disabilitas netra, penguasaan numerasi menjadi bekal kemandirian dalam kehidupan

nyata, bukan sekadar tuntutan akademik, dan pendidikan yang aksesibel merupakan hak penyandang disabilitas (Republik Indonesia, 2016).

Capaian Pembelajaran (CP) yang digunakan dalam penelitian ini adalah CP Matematika Pendidikan Khusus Fase D pada elemen Bilangan, yaitu "Menunjukkan cara melakukan penjumlahan dan menghitung hasil penjumlahan dua bilangan dua angka maksimal 100." CP tersebut termuat dalam Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BSKAP) Nomor 046/H/KR/2025 yang ditetapkan pada 16 Juli 2025 dan mencabut Keputusan Nomor 032/H/KR/2024 (Kepala BSKAP, 2025). Kompetensi penjumlahan dua bilangan dua angka dengan hasil maksimal 100 masih dimuat pada dokumen tahun 2025, sehingga rumusan yang dirujuk tetap relevan.

Pemilihan CP ini didasarkan pada karakteristik dan kebutuhan belajar subjek penelitian. CP Matematika Pendidikan Khusus Fase D dirancang bagi murid dengan hambatan intelektual yang mengacu pada perkembangan dan usia mental sekitar 9 tahun, sedangkan murid berkebutuhan khusus tanpa hambatan intelektual menggunakan CP reguler dengan menerapkan prinsip akomodasi dan modifikasi kurikulum sesuai karakteristik, kemampuan, dan kebutuhan belajarnya (Kepala BSKAP, 2025). Dalam penelitian ini, CP pendidikan khusus Fase D tidak dimaksudkan untuk menyatakan bahwa subjek memiliki hambatan intelektual, melainkan digunakan sebagai acuan kompetensi yang disesuaikan dengan kemampuan aktual subjek dalam pembelajaran matematika. Pemilihan CP ini juga mempertimbangkan hasil asesmen kemampuan awal dan kebutuhan pembelajaran subjek, khususnya pada penjumlahan bilangan dua angka dengan hasil maksimal 100.

Matematika bergantung pada representasi visual berupa simbol, grafik, dan bentuk geometri, sehingga menjadi salah satu bidang studi yang menantang bagi murid disabilitas netra (Rasulyanti et al., 2025). Studi kualitatif tentang pengalaman seorang guru di satu SLB menyoroti tantangan pembelajaran murid disabilitas netra dan pentingnya pendekatan multisensori (Rahmayani & Selian, 2025). Di lapangan, alat hitung yang umum dipakai adalah abakus dan sempoa braille, yang menurut kajian perancangan alat hitung untuk anak usia dini lebih berfokus pada kemampuan matematika anak yang lebih besar (Noreen et al., 2023). Studi pendahuluan penelitian ini, yang dilaporkan pada bagian Hasil, menemukan bahwa penggunaan media tersebut memerlukan mediasi guru dan tidak memberi murid cara untuk memeriksa hasil hitungnya sendiri.

Penelitian terdahulu telah mengembangkan beragam media taktil dan permainan. Rasulyanti et al. (2025), melalui studi observasi pada murid kelas 2 SD di satu SLB dan tinjauan pustaka, melaporkan bahwa media konkret berupa bangun datar timbul dan reglet-stilus membantu pemahaman konsep dasar matematika. Rumantiningsih et al. (2020) mengembangkan Papan Koordinat Kartesius berkode braille (PANDIKAR) dan melaporkan bahwa media tersebut layak digunakan serta dapat mengatasi kesulitan belajar matematika. Rosmino et al. (2021) menerapkan domino braille untuk kemampuan berhitung. Renita (2017) menguji dakon modifikasi pada materi KPK dan FPB di satu SLB dengan desain satu kelompok pretest–posttest dan melaporkan N-Gain 0,55 (cukup efektif). Di luar konteks disabilitas netra, Rahmasari et al. (2024) meneliti media congklak untuk penjumlahan dan pengurangan pada murid kelas I SD. Pada tingkat tinjauan, manipulatif fisik, termasuk permainan, dipetakan mendukung pembelajaran anak dalam 102 studi (Byrne et al., 2023); tinjauan sistematis terhadap 28 artikel (2018–2022) menunjukkan pembelajaran berbasis permainan berpengaruh positif pada domain kognitif dan afektif dalam matematika (Hui & Mahmud, 2023); dan Debrenti (2024) merangkum kajian yang melaporkan ukuran efek permainan nondigital pada hasil belajar matematika sekolah dasar lebih besar daripada permainan digital.

Copyright © 2026 The Author(s)

Sebaliknya, solusi "interaktif" bagi murid disabilitas netra pada literatur teknologi umumnya berbasis perangkat lunak atau audio, misalnya navigasi ekspresi matematika (Ali et al., 2024), aplikasi ponsel pintar (Shoaib et al., 2023), dan media Braille Button berbasis teknologi audio (Mardiyah & Marlina, 2024). Tabel 1 merangkum apa yang belum disediakan media terdahulu dan fitur DAKBRA-I yang dirancang untuk menjawabnya.

Tabel 1. Media terdahulu, hal yang belum disediakan, dan fitur DAKBRA-I

Media (sumber)	Sasaran dan materi	Yang belum disediakan (menurut telaah penulis)	Fitur DAKBRA-I
Abakus dan sempoa braille (Noreen et al., 2023)	Alat hitung; fokus pada kemampuan matematika anak yang lebih besar	Bukan permainan; pada studi pendahuluan ini, memerlukan mediasi guru dan tidak memberi cara pemeriksaan mandiri	Aturan bermain dakon; lubang induk untuk menghitung ulang hasil secara taktil
Dakon modifikasi (Renita, 2017)	Murid disabilitas netra kelas V; KPK dan FPB	Materi bukan penjumlahan dua angka sesuai CP yang dirujuk	Penjumlahan sampai 100; kartu soal braille dua level
PANDIKAR (Rumantiningsih et al., 2020)	Sistem koordinat Kartesius	Bukan operasi bilangan dasar	Konten numerasi: penjumlahan dua bilangan dua angka
Braille Button (Mardiyah & Marlina, 2024)	Pengenalan huruf braille; berbasis teknologi audio	Bukan numerasi; bergantung pada komponen teknologi	Murni taktil tanpa komponen elektronik; numerasi
Media congklak (Rahmasari et al., 2024)	Penjumlahan dan pengurangan; murid kelas I SD	Dirancang untuk murid reguler, tanpa adaptasi taktil	Label braille timbul, pembeda tekstur, tata letak diringkas menjadi 8 lubang

Sejauh penelusuran literatur yang dilakukan melalui Google Scholar, Garuda, dan Semantic Scholar dengan kata kunci "media dakon Braille", "dakon Braille untuk penjumlahan", "media permainan numerasi tunanetra", dan "Braille counting board for addition" pada 2 November 2026, belum ditemukan media permainan dakon yang secara khusus dirancang untuk mengembangkan kemampuan penjumlahan hingga 100 sesuai CP yang dirujuk dan dapat dioperasikan oleh murid disabilitas netra tanpa komponen elektronik. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan Dakon Braille Interaktif (DAKBRA-I). Istilah "interaktif" dalam penelitian ini merujuk pada interaksi manipulatif berbasis aturan permainan antara murid, papan dakon, biji dakon, kartu soal braille, dan guru; DAKBRA-I tidak memiliki komponen elektronik dan tidak memberikan umpan balik otomatis. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi permainan dakon, label braille timbul, penjumlahan sampai 100 sesuai CP yang dirujuk, dan aturan bermain tiga tahap (persiapan, pelaksanaan, refleksi) dalam satu media taktil tanpa komponen elektronik. Artikel ini melaporkan dua tahap awal pengembangan dengan pertanyaan: (1) bagaimana kebutuhan murid disabilitas netra Fase D terhadap media numerasi, dan (2) bagaimana rancangan DAKBRA-I berdasarkan kebutuhan tersebut. Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan kedua hal tersebut. Validasi ahli, uji kepraktisan, dan uji keefektivan belum dilakukan.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (R&D) dengan model ADDIE (Branch, 2009) yang terdiri atas analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Artikel ini hanya melaporkan tahap analisis dan desain, termasuk pembuatan prototipe produk. Validasi ahli, implementasi yang direncanakan menggunakan *single subject research* (SSR) pola A-B-A, dan evaluasi belum dilaksanakan sehingga tidak dilaporkan di sini.

Penelitian dilakukan di SLB Negeri Pembina Tingkat Nasional Bagian C Malang, Kabupaten Malang, Jawa Timur, karena sekolah tersebut menyelenggarakan layanan bagi murid disabilitas netra Fase D dan keterbatasan media numerasi taktil telah teridentifikasi pada studi pendahuluan. Partisipan analisis kebutuhan terdiri atas satu guru kelas murid disabilitas netra yang berlatar pendidikan berfokus pada anak dengan disabilitas netra dan lima murid disabilitas netra yang buta total berusia 8–12 tahun dengan jumlah murid tanpa hambatan penyerta sebanyak 3 dan 2 murid dengan hambatan penyerta. Murid dipilih dengan teknik purposive sampling berdasarkan kriteria: buta total, berada pada Fase D, memiliki kemampuan membaca braille dasar, dan menunjukkan kemampuan numerasi awal yang relatif setara berdasarkan hasil asesmen diagnostik. Pemilihan partisipan dengan kemampuan awal yang relatif setara bertujuan memperoleh gambaran kebutuhan belajar yang lebih terarah dan meminimalkan perbedaan kemampuan awal dalam pengembangan DAKBRA-I.

Data dikumpulkan melalui wawancara dengan guru, observasi pembelajaran di kelas, dan asesmen diagnostik kemampuan awal murid. Pedoman wawancara dan observasi mengacu pada instrumen kebutuhan teknologi asistif (10 butir pada lima aspek: riwayat penggunaan teknologi asistif, kemampuan taktil dan motorik, penguasaan braille, preferensi sensorik, dan kebutuhan pendampingan). Asesmen diagnostik terdiri atas 12 butir pada dua aspek, masing-masing enam butir. Aspek A1 (mengenal bilangan dan simbol) memuat tugas mengenali simbol braille satuan (0–9), membilang urut 1–20, mengenali simbol braille puluhan (10–100), membilang loncat sepuluh, membandingkan dua bilangan, dan mengurutkan empat bilangan acak. Aspek A2 (penjumlahan dari satuan ke puluhan) memuat penjumlahan dua satuan tanpa menyimpan, satuan ke puluhan (hasil 10–20), dua puluhan bulat, dua bilangan dua angka tanpa menyimpan, dua bilangan dua angka dengan menyimpan (hasil sampai 100), dan soal cerita sederhana.

Setiap butir diujikan secara langsung kepada murid menggunakan kartu braille dan/atau benda konkret generik, bukan DAKBRA-I, agar hasil asesmen mencerminkan kemampuan awal sebelum murid terpapar produk. Peneliti dan guru memberikan skor 0 (belum mampu), 1 (mampu dengan bantuan atau prompt), atau 2 (mampu secara mandiri), sehingga skor maksimal adalah 12 untuk setiap aspek dan 24 secara keseluruhan. Skor mentah dikonversi menjadi persentase dan dikategorikan menjadi empat tingkat, yaitu di bawah 50% (berat), 50–64% (risiko tinggi), 65–79% (sedang), dan 80% ke atas (ringan). Keterandalan penilaian dijaga melalui rubrik penilaian dan pedoman pemberian skor yang seragam, serta penyamaan persepsi antarpenilai terhadap indikator dan kriteria penilaian sebelum asesmen dilaksanakan.

Penelitian dilaksanakan setelah memperoleh izin dari Universitas Negeri Surabaya melalui surat pengantar izin penelitian Nomor 1587/UN.381/KS.01/2026. Sebelum pengumpulan data, persetujuan tertulis dari orang tua atau wali murid diperoleh melalui lembar persetujuan (informed consent) yang menjelaskan tujuan, prosedur, manfaat, dan keterlibatan murid dalam penelitian. Murid juga diberi penjelasan mengenai kegiatan penelitian secara lisan dengan bahasa yang sederhana dan disesuaikan dengan karakteristik serta kebutuhan komunikasinya, dan kesediaannya berpartisipasi dikonfirmasi melalui persetujuan (assent) setelah penjelasan tersebut. Kerahasiaan dijaga dengan menyamarkan identitas guru, murid,

Copyright © 2026 The Author(s)

dan sekolah menggunakan kode atau nama samaran. Data disimpan secara terbatas dan hanya dapat diakses oleh peneliti untuk keperluan analisis dan pelaporan.

Data wawancara dan observasi dianalisis secara deskriptif kualitatif melalui reduksi data, penyajian data, dan penarikan simpulan. Skor asesmen dianalisis secara deskriptif: jumlah murid pada tiap skor per butir, skor mentah dan persentase per aspek, serta kategorinya. Triangulasi dilakukan dengan membandingkan temuan per tema antara wawancara guru, observasi kelas, dan asesmen diagnostik dalam sebuah matriks; suatu temuan dinyatakan terdukung apabila sekurang-kurangnya dua sumber, dan ketidaksesuaian antarsumber dicatat sebagai keterbatasan. Hasil analisis kebutuhan dipakai sebagai dasar menentukan komponen dan konten produk.

Hasil

Analisis Kebutuhan

Hasil diskusi dan wawancara dengan guru menunjukkan bahwa media matematika yang tersedia di sekolah masih bersifat konvensional, yaitu abakus dan sempoa braille, serta belum menyediakan mekanisme umpan balik yang memungkinkan murid memeriksa ketepatan hasil perhitungannya secara mandiri. Guru juga menyampaikan kesulitan menyediakan media pembelajaran yang dapat digunakan murid secara mandiri tanpa pendampingan terus-menerus. Kondisi tersebut membatasi alokasi waktu pendampingan individual, terutama pada kelas dengan karakteristik dan kebutuhan belajar yang beragam.

Hasil observasi pembelajaran menunjukkan bahwa murid disabilitas netra dengan kondisi buta total memiliki karakteristik dan kemampuan yang beragam, baik murid tanpa hambatan penyerta maupun murid dengan hambatan penyerta. Observasi dilakukan terhadap lima murid melalui aktivitas memindahkan dadu dari mangkuk berisi ke mangkuk kosong. Setelah memindahkan dadu, murid diminta menyebutkan jumlah dadu yang telah dipindahkan, kemudian menghitung ulang melalui perabaan untuk mengonfirmasi ketepatan jawabannya secara mandiri, tanpa bantuan suara maupun instruksi tambahan dari guru. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tiga murid mampu menyebutkan jumlah dadu dengan tepat, sedangkan dua murid lainnya belum memberikan jawaban sesuai jumlah sebenarnya.

Asesmen diagnostik terhadap lima murid menunjukkan kemampuan awal yang masih terbatas, terutama pada penjumlahan. Selain itu, murid belum pernah menggunakan media permainan taktil berbasis braille dalam pembelajaran matematika. Sebaran skor per butir disajikan pada Tabel 2 dan ringkasan per aspek pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil asesmen diagnostik kemampuan awal murid (jumlah murid per skor, n = 5)

Kode	Indikator	Skor 0	Skor 1	Skor 2
A1.1	Mengenali simbol braille satuan (0–9)	0	2	3
A1.2	Membilang urut 1–20	0	1	4
A1.3	Mengenali simbol braille puluhan (10–100)	2	2	1
A1.4	Membilang loncat sepuluh (10–100)	1	2	2
A1.5	Membandingkan dua bilangan	2	2	1
A1.6	Mengurutkan bilangan acak	2	2	1

A2.1	Dua satuan, tanpa menyimpan	0	2	3
A2.2	Satuan ke puluhan (hasil 10–20)	1	3	1
A2.3	Dua puluhan bulat	2	2	1
A2.4	Dua angka, tanpa menyimpan	2	2	1
A2.5	Dua angka, dengan menyimpan (hasil sampai 100)	4	1	0
A2.6	Soal cerita sederhana	3	2	0

Skor 0 = belum mampu; skor 1 = mampu dengan bantuan (*prompt*); skor 2 = mampu secara mandiri.

Tabel 3. Ringkasan hasil asesmen per aspek

Aspek	Rerata skor mentah	Persentase	Kategori
A1 (mengenal bilangan dan simbol; prasyarat numerasi)	7,00 dari 12	58,33%	Risiko tinggi
A2 (kemampuan penjumlahan)	4,80 dari 12	40,00%	Berat

Pada aspek prasyarat numerasi (A1), rerata skor mentah adalah 7,00 dari 12 atau 58,33%, termasuk kategori risiko tinggi. Kesulitan terutama ditemukan pada pengenalan simbol braille puluhan (A1.3), membandingkan bilangan (A1.5), dan mengurutkan bilangan (A1.6); pada masing-masing butir tersebut dua murid belum mampu. Pada aspek penjumlahan (A2), rerata skor mentah adalah 4,80 dari 12 atau 40,00%, termasuk kategori berat. Murid menunjukkan kemampuan yang relatif lebih baik pada penjumlahan dua satuan tanpa menyimpan (A2.1; tiga murid mampu mandiri), tetapi mengalami kesulitan pada penjumlahan dua bilangan dua angka. Pada butir A2.4, dua murid belum mampu, dua mampu dengan bantuan, dan satu mampu mandiri. Pada butir A2.5 (dengan menyimpan), empat murid belum mampu dan satu memerlukan bantuan.

Perbandingan ketiga sumber data disajikan pada Tabel 4 beserta implikasinya bagi desain media.

Tabel 4. Triangulasi temuan dan implikasinya bagi desain DAKBRA-I

Tema	Wawancara guru	Observasi kelas	Asesmen diagnostik	Implikasi desain
Aksesibilitas	Media yang tersedia konvensional (abakus dan sempoa braille)	—	Dua dari lima murid belum mampu mengenali simbol braille puluhan (A1.3)	Label braille timbul, kartu soal braille, pembeda tekstur atas-bawah dan kanan-kiri

Copyright © 2026 The Author(s)

Tema	Wawancara guru	Observasi kelas	Asesmen diagnostik	Implikasi desain
Pemeriksaan hasil	Tidak ada mekanisme umpan balik; murid tidak dapat memeriksa ketepatan hitung secara mandiri	Tiga dari lima murid menyebut jumlah dadu dengan tepat, dua belum; murid menghitung ulang melalui perabaan	Empat dari lima murid belum mampu menjumlahkan dengan menyimpan (A2.5)	Aturan bermain dakon, lubang induk untuk menghitung ulang, dan kunci jawaban pada kartu soal
Kemandirian	Sulit menyediakan media yang dapat dipakai mandiri tanpa pendampingan terus-menerus	Tugas dadu dikerjakan tanpa bantuan suara maupun instruksi tambahan guru	42 dari 60 skor (70%) berada pada skor 0 atau 1	Bank biji dan kartu soal yang diambil murid sendiri; mode belajar dan mode bermain
Kemampuan awal	—	—	Prasyarat numerasi 58,33% (risiko tinggi); penjumlahan 40,00% (berat)	Kartu soal berjenjang dua level

Desain dan Pengembangan Produk

1. Desain teknis prosedural

Tahap desain diawali dengan perancangan konten pembelajaran, tata letak papan, posisi label braille, mekanisme interaksi taktil, dan pemilihan bahan. Rancangan alur interaksi murid dituangkan dalam *storyboard* yang mencakup orientasi papan, pengambilan kartu soal, penyebaran biji, dan pemeriksaan jawaban mandiri. Pada tahap ini, ukuran papan diperkecil dari rancangan awal dan jumlah lubang diringkas dari 14 lubang pada dakon tradisional menjadi 8 lubang atas arahan dosen pembimbing, agar tata letak lebih mudah dikuasai murid Fase D pada tahap awal penggunaan, dengan tetap mempertahankan mekanisme inti permainan dakon.

Tahap pengembangan menghasilkan tiga komponen utama: (1) papan dakon modifikasi taktil dari MDF yang diamplas halus dan dilapisi cat non-toksik berbahan dasar air, (2) label braille timbul berbahan resin keras yang mengacu pada Pedoman Tulisan Braille Indonesia disertai penanda tekstur pembeda pada lubang induk, dan (3) bank biji serta kartu soal braille berjenjang. Komponen tersebut dirakit menjadi satu kesatuan prototipe beserta buku panduan guru. Prototipe ini belum divalidasi oleh ahli dan belum diujicobakan kepada murid.

2. Desain fisik

Seluruh komponen DAKBRA-I dirancang agar dapat diakses melalui perabaan tanpa bergantung pada penglihatan maupun pendengaran. Spesifikasi fisiknya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Spesifikasi fisik DAKBRA-I

Komponen	Spesifikasi
Papan	MDF tebal 1,2 cm, cat non-toksik berbahan dasar air, permukaan diamplas halus; panjang 24 cm, lebar 10 cm, tinggi tepi 2 cm; berat sekitar 300 gram.
Susunan lubang	Delapan lubang: tiga lubang kecil pada baris atas dan tiga pada baris bawah (diameter 3 cm, kedalaman 2 cm), serta satu lubang induk di tiap ujung kanan dan kiri (diameter 5 cm, kedalaman 2,5 cm).
Pembeda taktil	Tepi baris atas bertekstur garis horizontal timbul dan baris bawah bertekstur titik timbul; lubang induk kanan dan lubang induk kiri bertekstur bulat timbul.
Label braille	Enam lubang kecil berlabel braille angka urut 1–6 pada tepian atas, mengacu pada Pedoman Tulisan Braille Indonesia.
Bank biji	Wadah terpisah berisi 100 biji; biji diambil murid sesuai kebutuhan tiap soal, tidak disebar permanen ke seluruh lubang.
Kartu soal	Kartu braille tebal berisi soal penjumlahan (dengan tulisan awas), dikelompokkan dalam dua kotak menurut level; kunci jawaban untuk pencocokan tersedia pada kartu soal.
Panduan guru	Satu eksemplar buku panduan berisi petunjuk penggunaan, prosedur pembelajaran, dan kisi-kisi soal.

Representasi bilangan dan fungsi komponen

DAKBRA-I tidak menggunakan posisi lubang sebagai representasi nilai bilangan. Nilai setiap bilangan dinyatakan berdasarkan jumlah biji dakon, dengan ketentuan satu biji merepresentasikan satu satuan. Dengan demikian, bilangan 24 direpresentasikan oleh 24 biji dan bilangan 35 oleh 35 biji. Label braille angka 1–6 pada keenam lubang kecil berfungsi sebagai penanda urutan jalur penyebaran biji, bukan sebagai representasi nilai tempat satuan maupun puluhan. Operasi penjumlahan dilakukan melalui penggabungan dua kumpulan biji, kemudian hasilnya diperoleh dengan menghitung seluruh biji setelah kedua kumpulan digabungkan. Bank biji berfungsi sebagai tempat penyimpanan dan sumber biji, dengan kapasitas 100 biji sebagai batas maksimal manipulasi dalam satu aktivitas penjumlahan. Keenam lubang kecil berfungsi sebagai jalur penyebaran biji secara berurutan, sedangkan kedua lubang induk berfungsi sebagai tempat pengumpulan biji hasil penjumlahan dan digunakan secara bergantian sesuai sisi jalur penyebaran yang digunakan. Lubang induk sisi kanan bertekstur persegi dan sisi kiri bertekstur bulat; perbedaan tekstur ini berfungsi sebagai penanda taktil untuk membantu murid mengenali orientasi dan posisi sisi papan.

Aturan penggunaan dan contoh penyelesaian

Konten media mengacu pada CP yang dirujuk pada Pendahuluan, dengan fokus penjumlahan dua bilangan dua angka dengan hasil maksimal 100. Soal disusun dalam dua level: Level 1 berisi soal dengan hasil penjumlahan sampai 50 dan Level 2 berisi soal dengan hasil 51 sampai 100. Level ditentukan dari kotak kartu yang diambil murid, tanpa pengaturan pada papan. Pada mode belajar, murid memakai kartu Level 1 dengan pendampingan guru penuh; pada mode bermain, murid mengambil kartu secara mandiri atau bergiliran dengan

Copyright © 2026 The Author(s)

pendampingan yang lebih minimal. Satu sesi berlangsung 35–45 menit (sekitar 5 menit persiapan, 25 menit pelaksanaan, dan 10 menit refleksi) dengan frekuensi yang dianjurkan tiga kali per minggu. Pada pertemuan pertama, guru memandu murid mengeksplorasi letak lubang kecil, lubang induk kanan dan kiri, serta bank biji melalui perabaan. Tabel 6 menguraikan penyelesaian soal 24 + 35 (hasil 59, Level 2).

Tabel 6. Langkah penyelesaian soal 24 + 35 dengan DAKBRA-I

No.	Tindakan Murid	Keadaan Biji
1	Meraba dan membaca kartu soal braille Level 2: 24 + 35.	Seluruh 100 biji berada di bank biji.
2	Mengambil 24 biji dari bank sambil menghitung.	24 biji diambil; 76 biji tersisa.
3	Menyebarkan 24 biji satu per satu melalui enam lubang kecil secara berurutan dari kiri ke kanan. Setelah mencapai lubang keenam, penyebaran dilanjutkan kembali dari lubang pertama hingga seluruh biji habis.	24 biji tersebar secara siklik melalui enam lubang kecil.
4	Mengumpulkan seluruh biji dari keenam lubang kecil ke lubang induk.	24 biji terkumpul di lubang induk.
5	Mengambil 35 biji dari bank sambil menghitung.	35 biji diambil; 41 biji tersisa.
6	Menyebarkan 35 biji melalui enam lubang kecil dengan pola siklik yang sama.	35 biji tersebar secara berulang melalui enam lubang kecil.
7	Mengumpulkan seluruh biji dari keenam lubang kecil dan menggabungkannya dengan 24 biji sebelumnya di lubang induk.	59 biji terkumpul di lubang induk.
8	Menghitung seluruh biji melalui perabaan dan menyampaikan hasil penjumlahan secara lisan kepada guru.	Jawaban murid: 59.
9	Menghitung ulang seluruh biji untuk memeriksa konsistensi hasil perhitungan.	Hasil penghitungan ulang: 59 biji.
10	Mencocokkan jawaban dengan kunci jawaban pada kartu soal.	Jawaban sesuai: 59 = 59.
11	Mengembalikan seluruh biji ke bank dan melakukan refleksi singkat bersama guru.	Seluruh 100 biji kembali ke bank.

Penyebaran biji dilakukan melalui enam lubang kecil secara berurutan dan berulang: setiap kali mencapai lubang keenam, biji berikutnya ditempatkan kembali pada lubang pertama. Dengan demikian, keenam lubang kecil berfungsi sebagai jalur distribusi biji, bukan sebagai

tempat penyimpanan permanen. Setelah satu kumpulan biji selesai disebarkan, seluruh biji dikumpulkan ke lubang induk, dan prosedur yang sama dilakukan untuk kumpulan berikutnya. Kedua kumpulan digabungkan di lubang induk dan dihitung secara keseluruhan untuk memperoleh hasil penjumlahan. Mekanisme ini memungkinkan seluruh persediaan 100 biji dipakai tanpa bergantung pada kapasitas tampung keenam lubang kecil. Pemeriksaan dalam DAKBRA-I memiliki dua fungsi yang dibedakan. Pertama, pemeriksaan konsistensi hitung: murid menghitung ulang biji di lubang induk dan membandingkannya dengan jawaban lisannya sendiri. Kedua, pemeriksaan kebenaran: jawaban dicocokkan dengan kunci jawaban pada kartu soal. DAKBRA-I tidak menghasilkan umpan balik otomatis; informasi benar atau salah berasal dari kartu soal atau guru.

Pembahasan

Kebutuhan sebagai Dasar Perancangan

Temuan analisis kebutuhan menunjukkan bahwa kesulitan numerasi murid di lokasi penelitian terutama tampak pada penjumlahan, sedangkan prasyarat numerasi berada pada kategori risiko tinggi. Pada tugas dadu, tiga dari lima murid menyebutkan jumlah dengan tepat dan dua lainnya belum, sehingga perabaan benda konkret menjadi sarana untuk menghitung dan memeriksa jawaban tetapi belum cukup untuk menyimpulkan bahwa murid dapat memeriksa hasil secara mandiri. Temuan ini menunjukkan perlunya media numerasi taktil yang mendukung aktivitas memanipulasi objek, menghitung, dan memeriksa hasil secara mandiri, dan sejalan dengan pandangan bahwa media konkret dan taktil membantu pemahaman konsep dasar matematika (Rasulyanti et al., 2025) dan dengan penekanan pada pendekatan multisensori (Rahmayani & Selian, 2025). Dari sisi media, guru melaporkan bahwa abakus dan sempoa braille bersifat konvensional dan tidak menyediakan umpan balik, sementara Noreen et al. (2023) menyebut alat tersebut lebih berfokus pada kemampuan matematika anak yang lebih besar. Temuan ini perlu dibaca hati-hati karena berasal dari satu guru dan lima murid di satu sekolah, dan observasi tugas dadu bersifat ilustratif, bukan pengukuran kemampuan.

Tiga tema yang teridentifikasi, yaitu aksesibilitas, pemeriksaan hasil, dan kemandirian, diterjemahkan ke dalam komponen DAKBRA-I (Tabel 4): label braille dan pembeda tekstur untuk aksesibilitas, aturan bermain, lubang induk, dan kunci jawaban pada kartu soal untuk pemeriksaan hasil, serta bank biji dan kartu soal berjenjang untuk kemandirian. Keterkaitan eksplisit ini menunjukkan bahwa rancangan bertolak dari temuan lapangan; namun, kecocokan rancangan dengan kebutuhan belum dinilai oleh ahli maupun pengguna. Selain itu, asesmen menunjukkan kebutuhan akan pemahaman nilai tempat dan pengelompokan satuan menjadi puluhan, sedangkan rancangan saat ini memaknai bilangan melalui penghitungan biji sebagai satuan sehingga kebutuhan tersebut belum dijawab secara eksplisit. Hal ini menjadi bahan penyempurnaan rancangan.

Karakteristik Desain dibandingkan Media Terdahulu

Berbeda dari Braille Button yang berbasis teknologi audio untuk pengenalan huruf braille (Mardiyah & Marlina, 2024), dan dari solusi perangkat lunak untuk ekspresi matematika (Ali et al., 2024; Shoaib et al., 2023), seluruh interaksi DAKBRA-I dirancang murni taktil. Dibandingkan dakon modifikasi pada Renita (2017), yang menguji materi KPK dan FPB, DAKBRA-I menyasar penjumlahan sampai 100 dan menambahkan kartu soal berjenjang serta lubang induk untuk menghitung ulang hasil. Dibandingkan PANDIKAR (Rumantiningsih et al., 2020) yang memuat sistem koordinat Kartesius, DAKBRA-I memuat konten numerasi dasar. Pilihan tanpa komponen elektronik dimaksudkan menyederhanakan pembuatan di sekolah, tetapi kemudahan pembuatan dan penggunaan tersebut masih berupa asumsi desain yang

Copyright © 2026 The Author(s)

belum diuji. Penulis tidak mengklaim modalitas taktil sebagai hal baru pada media bagi murid disabilitas netra; yang dikemukakan adalah integrasinya dengan permainan dakon, konten penjumlahan sesuai CP yang dirujuk, dan aturan bermain.

Perancangan DAKBRA-I mengandung kompromi. Peringkasan dakon tradisional dari 14 menjadi 8 lubang dan penggunaan bank biji menyederhanakan tata letak serta memungkinkan soal dengan hasil sampai 100, tetapi mengurangi kemiripan dengan permainan tradisional yang utuh. Mekanisme inti dakon, yaitu menyebar biji satu per satu dan mengumpulkannya ke lubang induk, tetap dipertahankan. Rancangan ini sejalan dengan temuan tinjauan bahwa manipulatif fisik dan permainan mendukung pembelajaran anak (Byrne et al., 2023) dan bahwa pembelajaran berbasis permainan berpengaruh positif pada aspek kognitif dan afektif dalam matematika (Hui & Mahmud, 2023), serta dengan rangkuman Debrenti (2024) tentang permainan nondigital. Tinjauan-tinjauan tersebut tidak dilakukan pada murid disabilitas netra dan berfungsi sebagai landasan teoretis, bukan bukti keefektivan DAKBRA-I. Muatan orientasi dan mobilitas (arah kanan-kiri, atas-bawah, dan maju-mundur) pada aturan penyebaran biji merupakan tujuan penyerta yang belum dievaluasi.

Makna Interaktivitas dan Pemeriksaan Hasil

Istilah interaktif pada DAKBRA-I tidak merujuk pada umpan balik elektronik. Interaksi terjadi melalui tindakan murid yang diatur aturan permainan terhadap papan, biji, dan kartu soal, serta melalui guru. Menghitung ulang biji di lubang induk menguji konsistensi hitung murid dengan jawabannya sendiri, tetapi tidak dengan sendirinya menyatakan jawaban itu benar atau salah; pernyataan benar atau salah baru diperoleh ketika jawaban dicocokkan dengan jawaban pada kartu soal atau dengan guru. Karena itu, klaim kemandirian dan umpan balik pada artikel ini terbatas pada rancangan, dan seberapa jauh murid benar-benar dapat bekerja mandiri belum diketahui.

Aksesibilitas yang Belum Diverifikasi

Klaim aksesibilitas belum dapat dibuat pada tahap ini. Sebelum itu, direncanakan penilaian terhadap beberapa atribut bersama ahli dan pengguna: (a) ukuran lubang (3 cm dan 5 cm) terhadap kemudahan murid menempatkan dan mengambil biji tanpa biji terlepas; (b) keterbacaan label braille timbul pada resin keras dan kesesuaiannya dengan Pedoman Tulisan Braille Indonesia; (c) kemampuan murid membedakan tekstur atas-bawah dan kanan-kiri; serta (d) keamanan dan ketahanan bahan, yakni cat non-toksik, MDF, resin, dan ukuran biji. Penilaian ahli direncanakan melibatkan dosen Pendidikan Guru Sekolah Dasar sebagai ahli materi, dosen Teknologi Pendidikan sebagai ahli media, dosen Pendidikan Luar Biasa atau Pendidikan Khusus sebagai ahli pendidikan khusus, dan guru kelas murid disabilitas netra sebagai penilai kepraktisan dan keefektifan, dengan angket validasi berskala Likert. Penilaian pengguna dilakukan melalui uji coba terbatas dengan observasi terstruktur terhadap guru dan murid.

Status Produk dan Batas Klaim

DAKBRA-I pada artikel ini baru berupa prototipe hasil analisis kebutuhan dan perancangan. Kesesuaian rancangan dengan kebutuhan didasarkan pada keterkaitan dengan temuan lapangan, belum pada penilaian ahli maupun data penggunaan oleh murid. Karena itu, kelayakan, kepraktisan, dan keefektivan media belum dapat dinyatakan.

Kesimpulan

Analisis kebutuhan terhadap satu guru dan lima murid disabilitas netra buta total menunjukkan bahwa media yang tersedia bersifat konvensional dan tidak menyediakan mekanisme pemeriksaan hasil oleh murid, bahwa tiga dari lima murid menyebutkan jumlah dadu dengan tepat, dan bahwa kemampuan awal murid berada pada kategori risiko tinggi untuk prasyarat numerasi (58,33%) dan berat untuk penjumlahan (40,00%), terutama pada penjumlahan dengan menyimpan. Berdasarkan temuan tersebut dirancang dan dibuat prototipe DAKBRA-I, media dakon taktil tanpa komponen elektronik berupa papan delapan lubang berlabel braille timbul, bank 100 biji, kartu soal braille dua level, dua lubang induk untuk menghitung ulang hasil, dan buku panduan guru. Bilangan dinyatakan oleh banyaknya biji, dan jumlah diperoleh dengan menggabungkan dua kumpulan biji lalu menghitung ulang. Penelitian ini memberi gambaran empiris tentang kebutuhan numerasi taktil murid disabilitas netra di satu sekolah dan sebuah rancangan media yang dapat diuji pada penelitian berikutnya. Simpulan ini hanya menyangkut kebutuhan dan rancangan; belum ada pernyataan tentang kelayakan, kepraktisan, atau keefektivan media.

Keterbatasan penelitian ini adalah (1) pengumpulan data kebutuhan dilakukan di satu SLB dengan satu guru dan lima murid, (2) prototipe belum divalidasi ahli dan belum diujicobakan, dan (3) kebutuhan akan pemahaman nilai tempat belum dijawab secara eksplisit oleh rancangan saat ini.

References

Ali, A., Khusro, S., & Alahmadi, T. J. (2024). Accessible interactive learning of mathematical expressions for school students with visual disabilities. *PeerJ Computer Science*, *10*, e2599. https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2599

Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer.

Byrne, E. M., Jensen, H., Thomsen, B. S., & Ramchandani, P. G. (2023). Educational interventions involving physical manipulatives for improving children's learning and development: A scoping review. *Review of Education*, *11*(2), e3400. https://doi.org/10.1002/rev3.3400

Debrenti, E. (2024). Game-based learning experiences in primary mathematics education. *Frontiers in Education*, *9*, Article 1331312. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1331312

Hui, H. B., & Mahmud, M. S. (2023). Influence of game-based learning in mathematics education on the students' cognitive and affective domain: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, *14*, Article 1105806. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1105806

Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan. (2025). *Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 046/H/KR/2025 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah*. Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah.

Mardiyah, A., & Marlina, M. (2024). Pengembangan media Braille Button bagi anak tunanetra. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, *6*(5), 6024–6034. https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i5.7643

Noreen, N. G., Nurhidayat, M., & Bahri, N. F. (2023). Perancangan media belajar berhitung untuk anak tunanetra usia dini 4–6 tahun. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, *9*(2), 152–160. https://doi.org/10.29100/jp2m.v9i2.4280

Copyright © 2026 The Author(s)

Rahmasari, F., Salma, F. A., & Sutriyani, W. (2024). Efektivitas penggunaan media congklak terhadap hasil belajar materi penjumlahan dan pengurangan siswa sekolah dasar. *Pedadidaktika: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, *11*(1), 21–30.

Rahmayani, I., & Selian, S. N. (2025). Tantangan anak tuna netra dalam pembelajaran. *Jurnal Ilmiah Literasi Indonesia*, *1*(1), 145–158. https://doi.org/10.63822/p5zbct63

Rasulyanti, A., Jelita, A. V., Kusuma, R. T., Fatihah, S. R., & Darmadi. (2025). Belajar matematika tanpa melihat: Peran media taktil dan braille untuk tunanetra. *MARAS*, *3*(2), 822–827. https://doi.org/10.60126/maras.v3i2.1041

Renita. (2017). Keefektifan media dakon modifikasi terhadap peningkatan hasil belajar matematika pada siswa tunanetra kelas V. *Jurnal Widia Ortodidaktika*, *6*(6).

Republik Indonesia. (2016). *Undang-Undang Nomor 8 Tahun 2016 tentang Penyandang Disabilitas*.

Rosmino, L. R., Asdianti, S., Rahmayanti, R., & Fitriani. (2021). Implementasi media pembelajaran domino braille dalam meningkatkan kemampuan berhitung siswa tunanetra. *Pedagogika*, *12*(2), 176–183. https://doi.org/10.37411/pedagogika.v12i2.949

Rumantiningsih, D. K., Astuti, E. P., & Purwoko, R. Y. (2020). Mengatasi kesulitan belajar matematika pada siswa tunanetra melalui pengembangan media pandikar berkode braille. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, *6*(2), 105–114. https://doi.org/10.24853/fbc.6.2.105-114

Shoaib, M., Fitzpatrick, D., & Pitt, I. (2023). Assistive technology-based solutions in learning mathematics for visually-impaired people: Exploring issues, challenges and opportunities. *Multimedia Tools and Applications*, *82*(29). https://doi.org/10.1007/s11042-023-17409-z

---Halaman ini sengaja dikosongkan---