Jurnal Pendidikan Matematika: Judika Education
Volume 9, Nomor 5, September-Oktober 2026
e-ISSN : 2614-6088
p-ISSN : 2620-732X
DOI : https://doi.org/10.31539/zt5a3f73

PERTANYAAN METAKOGNITIF PADA LEMBAR KERJA KOREKSI DIRI UNTUK MENINGKATKAN KECAKAPAN MATEMATIS DALAM PEMBELAJARAN PECAHAN

Nabillaila Qurotunnisa[1], Hafiziani Eka Putri[2], Teten Ginanjar Rahayu[3]*
Universitas Pendidikan Indonesia[1,2,3]
tetenginanjarr@upi.edu[3]

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh pertanyaan metakognitif yang diintegrasikan ke dalam Lembar Kerja Koreksi Diri (LKDK) terhadap kecakapan matematis siswa kelas IV pada materi pecahan serta mendeskripsikan perubahan pola kesalahan siswa berdasarkan Analisis Kesalahan Newman. Metode yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan desain kelompok kontrol nonekuivalen yang melibatkan 58 siswa sekolah dasar di Purwakarta, terdiri atas 30 siswa kelompok eksperimen dan 28 siswa kelompok kontrol; data dikumpulkan melalui tes uraian, tiga sesi LKDK, dan pengodean kesalahan Newman, kemudian dianalisis menggunakan uji t sampel independen, Cohen d, N-Gain, dan tingkat reduksi kesalahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata tes akhir kelompok eksperimen (82,50) lebih tinggi daripada kelompok kontrol (70,54) dengan perbedaan signifikan ($p < 0,001$) dan ukuran efek besar ($|d| = 1,424$); N-Gain kelompok eksperimen (0,64) juga lebih tinggi daripada kelompok kontrol (0,43), sedangkan kesalahan memahami dan transformasi berkurang paling kuat. Simpulan, pertanyaan metakognitif dalam LKDK efektif meningkatkan kecakapan matematis siswa sekaligus menyediakan informasi diagnostik tentang tahap kesalahan yang dapat digunakan guru untuk merancang tindak lanjut pembelajaran pecahan.

Kata Kunci: Analisis Kesalahan Newman; Kecakapan Matematis; Lembar Kerja Koreksi Diri; Pecahan; Pertanyaan Metakognitif

ABSTRACT

This study aims to examine the effect of metacognitive questions embedded in Self-Correction Worksheets (SCWs) on fourth-grade students' mathematical proficiency in fractions and to describe changes in students' error patterns based on Newman's Error Analysis. The method used was a quasi-experiment with a non-equivalent control group design involving 58 elementary school students in Purwakarta, consisting of 30 students in the experimental group and 28 students in the control group; data were collected through essay tests, three SCW sessions, and Newman error coding, then analysed using an independent-samples t-test, Cohen's d, normalized gain, and error reduction rate. The results show that the posttest mean of the experimental group (82.50) was higher than that of the control group (70.54), with a significant difference ($p < 0.001$) and a large effect size ($|d| = 1.424$); the normalized gain of the experimental group (0.64) was also higher than that of the control group (0.43), while comprehension and transformation errors showed the strongest reductions. In conclusion, metacognitive questions in SCWs effectively

improve students' mathematical proficiency while providing diagnostic information about error stages that teachers can use to design follow-up fraction instruction.

Keywords: *Fractions; Mathematical Proficiency; Metacognitive Questioning; Newman Error Analysis; Self-Correction Worksheets*

PENDAHULUAN

Kecakapan matematik merupakan kemampuan terpadu yang diperlukan siswa untuk memahami, menggunakan, dan menilai gagasan matematika. Kilpatrick dan rekan merumuskan kecakapan matematis sebagai lima untaian yang saling berkaitan, yaitu pemahaman konseptual, kelancaran prosedural, kompetensi strategis, penalaran adaptif, dan disposisi produktif (Alfayez, 2022). Siswa tidak cukup menguasai prosedur, tetapi juga perlu memahami alasan di balik prosedur, memilih strategi yang sesuai, memberikan pembenaran, dan memandang matematika sebagai kegiatan yang bermakna. Kebutuhan ini tampak kuat pada materi pecahan karena pengetahuan pecahan menjadi fondasi bagi capaian matematika pada jenjang berikutnya (Resnick et al., 2026).

Meskipun penting, pecahan masih menjadi salah satu materi yang paling sulit dipahami siswa sekolah dasar (M. Putri et al., 2025). Kesulitan tersebut berhubungan dengan kecenderungan menerapkan sifat bilangan bulat pada pecahan atau *whole-number bias*, misalnya menganggap pecahan dengan penyebut lebih besar selalu bernilai lebih besar atau menjumlahkan pembilang dengan pembilang dan penyebut dengan penyebut tanpa mempertimbangkan makna operasi (Li, 2025; Xu et al., 2022). Pada konteks Indonesia, hasil Asesmen Nasional 2022 menunjukkan bahwa sekitar 46,67% siswa telah mencapai kompetensi numerasi minimum (Pusat Asesmen dan Pembelajaran, 2022), dan Sihombing et al. (2024) juga menemukan rendahnya pemahaman konsep pecahan siswa kelas IV sebelum pembelajaran diperbaiki. Kondisi tersebut menunjukkan kesenjangan antara capaian pembelajaran yang menghendaki penguasaan konseptual dan prosedural dengan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah pecahan.

Kesalahan pada materi pecahan tidak selalu bersumber dari tahap yang sama. Siswa dapat gagal membaca informasi, tidak memahami maksud soal, memilih operasi yang tidak tepat, keliru menghitung, atau tidak menuliskan jawaban akhir secara benar. Analisis Kesalahan Newman atau *Newman's Error Analysis* (NEA) membedakan kesalahan tersebut ke dalam lima tahap hierarkis, yaitu membaca, memahami, mentransformasikan, menggunakan keterampilan proses, dan mengodekan jawaban (Ahzan et al., 2022; Prasetyaningrum et al., 2022) Kerangka ini membantu guru menentukan letak awal kegagalan penyelesaian sehingga tindak lanjut dapat diarahkan pada kebutuhan yang lebih spesifik daripada sekadar memberi tahu bahwa jawaban siswa salah.

Sejumlah penelitian telah menggunakan NEA untuk memetakan kesalahan siswa pada soal pecahan dan masalah matematika (Ahzan et al., 2022; Arjudin et al., 2024; Fauzi & Diansyah, 2021). Penelitian lain mendeskripsikan kesalahan siswa sekolah dasar secara

kualitatif (Mustofa et al., 2022) atau menerapkan NEA pada jenjang dan konteks tertentu (Prasetyaningrum et al., 2022; M. A. Putri & Purwanto, 2022; Rejeki & Sari, 2021). Namun, sebagian besar penelitian tersebut berhenti pada identifikasi dan klasifikasi kesalahan, sehingga informasi diagnostik belum diterjemahkan menjadi bantuan yang dapat digunakan siswa ketika meninjau kembali pekerjaannya.

Pada sisi lain, pembelajaran berbasis metakognisi membantu siswa merencanakan, memantau, dan mengevaluasi proses berpikir. Meta-analisis Hidayat et al. (2025) menunjukkan efek besar instruksi metakognitif terhadap prestasi matematika, sedangkan Nurussama & Hermanto (2022) menunjukkan relevansi metakognisi untuk mengidentifikasi miskonsepsi pecahan. Meskipun demikian, integrasi metakognisi ke dalam instrumen koreksi yang digunakan langsung oleh siswa masih terbatas. Umpan balik yang hanya berfokus pada ketepatan tugas juga cenderung kurang berpengaruh dibandingkan umpan balik yang mengarahkan regulasi diri siswa (Huang et al., 2024). Pertanyaan metakognitif dapat mengubah proses koreksi menjadi kegiatan reflektif karena siswa diminta menjelaskan apa yang diketahui, mengapa memilih strategi tertentu, apakah langkahnya konsisten, dan bagaimana memeriksa kembali hasil.

Penelitian ini mengintegrasikan pertanyaan metakognitif ke dalam LKDK sebagai satu rangkaian diagnosis dan perbaikan. Integrasi tersebut berlandaskan model siklus regulasi diri Zimmerman yang terdiri atas fase perencanaan, pelaksanaan, dan refleksi diri (Kooken et al., 2021). LKDK juga berfungsi sebagai *scaffolding* tertulis dalam zona perkembangan proksimal karena dukungan disediakan saat siswa belum mampu melakukan koreksi secara mandiri, kemudian dikurangi secara bertahap menuju pengaturan diri yang lebih kuat (Margolis, 2020). NEA digunakan bukan hanya untuk mengodekan hasil tes, tetapi juga untuk menyusun fokus pertanyaan dan melacak perubahan kesalahan selama intervensi.

Kebaruan penelitian ini dibandingkan penelitian NEA sebelumnya (Ahzan et al., 2022; Fauzi & Diansyah, 2021; Prasetyaningrum et al., 2022) terletak pada tiga aspek. Pertama, hierarki NEA diterjemahkan menjadi pertanyaan metakognitif yang tertanam dalam LKDK sehingga diagnosis dan intervensi berlangsung dalam instrumen yang sama. Kedua, perubahan kesalahan diamati melalui dua sumber, yaitu tes awal-tes akhir dan tiga sesi LKDK. Ketiga, pengaruh intervensi dinilai secara bersamaan melalui perbedaan skor, besar efek, peningkatan ternormalisasi, dan reduksi kesalahan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menguji perbedaan kecakapan matematis antara siswa kelas IV yang memperoleh pembelajaran dengan pertanyaan metakognitif berbantuan LKDK dan siswa yang memperoleh pembelajaran ekspositori konvensional pada materi pecahan, serta mendeskripsikan perubahan pola kesalahan kelompok eksperimen pada lima tahap NEA melalui triangulasi data tes dan LKDK. Hasil penelitian diharapkan bermanfaat bagi guru sebagai alternatif perangkat koreksi diri yang sekaligus berfungsi diagnostik, serta bagi peneliti sebagai dasar pengembangan intervensi metakognitif

yang selaras dengan tahap kesalahan siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi eksperimen kelompok kontrol nonekuivalen. Sampel dipilih secara purposif dari siswa kelas IV sekolah dasar di Purwakarta, Jawa Barat, dengan mempertimbangkan kesamaan karakteristik kelas dan belum adanya pengalaman belajar menggunakan pertanyaan metakognitif, yaitu 30 siswa kelas IV D sebagai kelompok eksperimen dan 28 siswa kelas IV C sebagai kelompok kontrol. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran regulasi diri dengan pertanyaan metakognitif yang tertanam dalam tiga sesi LKDK selama dua minggu; pertanyaan tersebut memandu siswa mengenali informasi, merencanakan strategi, memantau langkah, menentukan tahap kesalahan, dan menuliskan perbaikan. Kelompok kontrol memperoleh pembelajaran ekspositori konvensional dengan materi, durasi, dan guru yang sama. Instrumen terdiri atas lima soal uraian tes awal dan tes akhir yang mengukur lima untaian kecakapan matematis (validitas isi Aiken $V \geq 0{,}75$, validitas empiris melalui korelasi momen-produk Pearson, dan reliabilitas alfa Cronbach $\geq 0{,}70$) serta LKDK yang dikembangkan peneliti, dengan konsistensi pengodean antarpengode diuji menggunakan Cohen kappa ($\geq 0{,}70$).

Data kecakapan matematis diuji prasyaratnya menggunakan uji Shapiro-Wilk dan uji Levene, kemudian perbedaan skor tes akhir antarkelompok dianalisis dengan uji t sampel independen pada taraf signifikansi 0,05. Besar perbedaan dinilai menggunakan Cohen d, sedangkan peningkatan pembelajaran dihitung dengan N-Gain dan dikategorikan rendah ($g < 0{,}30$), sedang ($0{,}30 \leq g < 0{,}70$), dan tinggi ($g \geq 0{,}70$). Respons tes awal, tes akhir, dan tiga sesi LKDK kelompok eksperimen dikodekan berdasarkan titik kesalahan pertama pada lima tahap NEA. Perubahan frekuensi kesalahan dihitung menggunakan tingkat reduksi kesalahan atau *error reduction rate* (ERR), yaitu $ERR = [(f_{awal} - f_{akhir})/f_{awal}] \times 100\%$, dengan f_{awal} dan f_{akhir} sebagai frekuensi kesalahan pada pengukuran awal (tes awal atau LKDK Sesi 1) dan pengukuran akhir (tes akhir atau LKDK Sesi 3). ERR tidak dilaporkan apabila frekuensi awal bernilai nol atau frekuensi akhir meningkat. Pola perubahan pada tes dan LKDK kemudian dibandingkan untuk memperoleh interpretasi diagnostik.

HASIL PENELITIAN

Kecakapan matematis antarkelompok

Analisis deskriptif menunjukkan peningkatan skor pada kedua kelompok, tetapi kenaikan kelompok eksperimen lebih besar. Ringkasan skor tes awal dan tes akhir disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1
Hasil analisis deskriptif

Kelompok dan pengukuran	n	Minimum	Maksimum	Rata-rata	SD	Varians
Kontrol tes awal	28	35	65	49,46	8,203	67,295
Kontrol tes akhir	28	55	85	70,54	8,090	65,443
Eksperimen tes awal	30	35	70	53,83	10,478	109,799
Eksperimen tes akhir	30	65	95	82,50	8,685	75,431

Sumber: Data penelitian (2026).

Sebelum perlakuan, kelompok kontrol memperoleh rata-rata 49,46 (SD = 8,203) dan kelompok eksperimen 53,83 (SD = 10,478). Setelah perlakuan, rata-rata kelompok kontrol meningkat menjadi 70,54 (SD = 8,090), sedangkan kelompok eksperimen mencapai 82,50 (SD = 8,685). Selisih rata-rata tes akhir sebesar 11,96 poin mengarah pada keunggulan kelompok eksperimen. Hasil uji prasyarat disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2
Hasil uji normalitas Shapiro-Wilk

Kelompok dan pengukuran	Statistik	df	p
Kontrol tes awal	0,930	28	0,062
Kontrol tes akhir	0,946	28	0,153
Eksperimen tes awal	0,939	30	0,088
Eksperimen tes akhir	0,934	30	0,063

Sumber: Data penelitian (2026).

Tabel 3
Hasil uji homogenitas Levene

Pengukuran	Statistik Levene	df1	df2	p
Tes awal	2,498	1	56	0,120
Tes akhir	0,505	1	56	0,480

Sumber: Data penelitian (2026).

Seluruh nilai p pada uji Shapiro-Wilk lebih besar daripada 0,05 sehingga distribusi skor pada keempat pengukuran tidak menyimpang secara signifikan dari distribusi normal. Uji Levene menghasilkan p = 0,120 untuk tes awal dan p = 0,480 untuk tes akhir sehingga asumsi homogenitas varians terpenuhi dan uji t dilakukan dengan asumsi varians sama. Hasil uji t dan ukuran efek disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4
Hasil uji t sampel independen

Data	t	df	p	Selisih rata-rata	Batas bawah 95%	Batas atas 95%
Tes awal	-1,759	56	0,084	-4,369	-9,344	0,605
Tes akhir	-5,418	56	< 0,001	-11,964	-16,388	-7,541

Sumber: Data penelitian (2026).

Tabel 5
Ukuran efek Cohen d pada skor tes akhir

Standardisasi	Penyebut gabungan	Estimasi d	Batas bawah 95%	Batas atas 95%
Cohen d	8,403	-1,424	-1,997	-0,840

Sumber: Data penelitian (2026).

Pada tes awal, perbedaan antarkelompok tidak signifikan, t(56) = -1,759, p = 0,084, dengan interval kepercayaan yang melintasi nol. Pada tes akhir, perbedaan antarkelompok signifikan, t(56) = -5,418, p < 0,001, selisih rata-rata = -11,964, 95% CI [-16,388, -7,541]. Tanda negatif muncul karena skor kontrol dikurangkan dari skor eksperimen; secara substantif, rata-rata kelompok eksperimen lebih tinggi. Nilai absolut Cohen d sebesar 1,424 melampaui batas efek besar (|d| ≥ 0,80) dan seluruh interval kepercayaannya berada di bawah nol. Dengan demikian, perbedaan tes akhir tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga besar secara praktis. Peningkatan ternormalisasi kedua kelompok disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6
Peningkatan ternormalisasi pada kedua kelompok

Kelompok	n	Rata-rata N-Gain	SD	Kategori
Kontrol	28	0,43	0,09	Sedang
Eksperimen	30	0,64	0,13	Sedang

Sumber: Data penelitian (2026).

Rata-rata N-Gain kelompok eksperimen sebesar 064 (SD = 0,13), lebih tinggi 0,21 daripada kelompok kontrol sebesar 0,43 (SD = 0,09). Kedua kelompok berada pada kategori sedang, tetapi kelompok eksperimen memanfaatkan proporsi peluang peningkatan yang lebih besar.

Perubahan setiap untaian kecakapan matematis

Perubahan skor setiap untaian kecakapan matematis pada kelompok eksperimen disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7
Perubahan kecakapan matematis pada kelompok eksperimen

Untaian kecakapan matematis	Tes awal	Tes akhir	Kenaikan skor	Kenaikan relatif
Pemahaman konseptual	63,33	96,67	33,34	52,64%
Kelancaran prosedural	67,50	85,83	18,33	27,16%
Kompetensi strategis	54,17	82,50	28,33	52,30%
Penalaran adaptif	46,67	78,33	31,66	67,84%
Disposisi produktif	36,67	69,17	32,50	88,63%
Rata-rata	53,67	82,50	28,83	53,72%

Sumber: Data penelitian (2026).

Kelima untaian meningkat. Kenaikan skor terbesar terjadi pada pemahaman konseptual, yaitu 33,34 poin. Disposisi produktif menunjukkan kenaikan relatif tertinggi sebesar 88,63%, diikuti penalaran adaptif sebesar 67,84%; keduanya berangkat dari skor awal terendah. Kelancaran prosedural meningkat 18,33 poin dan menjadi kenaikan paling kecil karena skor awalnya lebih tinggi daripada untaian lain.

Perubahan pola kesalahan Newman

Frekuensi kesalahan Newman pada tes dan tiga sesi LKDK disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8
Triangulasi kesalahan Newman pada tes dan LKDK

Tahap NEA	Tes awal	LKDK 1	LKDK 2	LKDK 3	Tes akhir	ERR tes	ERR LKDK
Membaca	0	6	3	1	0	-	83,3%
Memahami	25	16	6	2	0	100%	87,5%
Transformasi	73	28	17	5	8	89,0%	82,1%
Keterampilan proses	49	14	9	10	84	-	28,6%
Pengodean jawaban	3	4	1	1	3	0%	75,0%

Keterangan: NEA = *Newman's Error Analysis*; LKDK = Lembar Kerja Koreksi Diri; ERR = tingkat reduksi kesalahan. ERR tes tahap membaca dan keterampilan proses tidak ditampilkan karena frekuensi awal nol atau frekuensi akhir meningkat.

Sumber: Data penelitian (2026).

Kesalahan memahami turun dari 25 pada tes awal menjadi nol pada tes akhir (ERR = 100%) dan dari 16

ERR = 89,0%) dan dari 28 menjadi 5 pada LKDK (ERR = 82,1%). Kedua sumber data menunjukkan arah perubahan yang konsisten.

Kesalahan membaca tidak muncul pada tes awal maupun tes akhir, tetapi teridentifikasi pada LKDK dan turun dari 6 menjadi 1 (ERR = 83,3%). Kesalahan pengodean jawaban tetap berjumlah 3 pada tes, sedangkan pada LKDK turun dari 4 menjadi 1. Berbeda dari tahap lain, kesalahan keterampilan proses meningkat dari 49 pada tes awal menjadi 84 pada tes akhir, sedangkan pada LKDK frekuensinya hanya menurun dari 14 menjadi 10.

PEMBAHASAN

Keunggulan kelompok eksperimen pada skor tes akhir, ukuran efek, dan N-Gain menunjukkan bahwa pertanyaan metakognitif dalam LKDK mendorong aktivitas kognitif yang tidak muncul pada pembelajaran ekspositori. Pembelajaran ekspositori terutama menyajikan penjelasan dan latihan yang dikendalikan guru, sedangkan LKDK meminta siswa menjadi 2 pada LKDK (ERR = 87,5%). Kesalahan transformasi turun dari 73 menjadi 8 pada tes (

mengungkap apa yang dipahami, merencanakan operasi, memantau ketepatan langkah, dan menilai kembali jawaban. Urutan ini selaras dengan fase perencanaan, pelaksanaan, dan refleksi diri dalam model siklus regulasi diri Zimmerman (Kooken et al., 2021). Pertanyaan tertulis mempertahankan fokus siswa pada proses tersebut ketika guru tidak sedang memberikan arahan langsung.

Temuan ini sejalan dengan Rajadurai & Ganapathy (2023) yang melaporkan bahwa strategi instruksional metakognitif meningkatkan kompetensi pemecahan masalah matematis, serta dengan meta-analisis Hidayat et al. (2025) yang menemukan efek besar instruksi metakognitif terhadap prestasi matematika. Habib et al. (2024) juga menunjukkan bahwa strategi metakognitif seperti bertanya pada diri sendiri dan berpikir lantang meningkatkan metakognisi siswa dalam pemecahan masalah, terutama pada siswa berkemampuan rendah. Ukuran efek penelitian ini relatif besar, tetapi perbandingan langsung perlu dilakukan

secara hati-hati karena perbedaan peserta, materi, durasi, dan bentuk intervensi. Kesamaannya terletak pada tuntutan agar siswa memantau dan mengevaluasi pemikirannya, bukan hanya mengikuti prosedur yang dicontohkan.

Meskipun perbedaan tes awal tidak signifikan, rata-rata awal kelompok eksperimen 4,37 poin lebih tinggi daripada kelompok kontrol. Desain kelompok kontrol nonekuivalen menggunakan kelas yang telah terbentuk sehingga kesetaraan awal kelompok tidak dapat dijamin sepenuhnya (Abraham & Supriyati, 2022). Oleh karena itu, hasil penelitian lebih tepat dibaca sebagai bukti kuat mengenai perbedaan hasil setelah perlakuan dalam konteks penelitian ini, bukan sebagai estimasi kausal yang bebas dari seluruh pengaruh awal.

LKDK juga dapat dipahami sebagai bantuan tertulis dalam zona perkembangan proksimal. Dukungan tidak diberikan dalam bentuk jawaban siap pakai, melainkan pertanyaan yang membantu siswa melakukan tindakan yang belum sepenuhnya dapat dilakukan secara mandiri. Margolis (2020) menegaskan bahwa pembelajaran dalam zona perkembangan proksimal menuntut eksternalisasi dan refleksi atas konsep yang dimiliki siswa sebelum konsep baru diinternalisasi, sedangkan Jatisunda & Nahdi (2020) menunjukkan pentingnya *scaffolding* dalam pemecahan masalah matematis. Dalam LKDK, struktur pertanyaan memungkinkan bantuan digunakan berulang dan meninggalkan jejak tertulis yang dapat ditinjau guru.

Umpan balik dalam LKDK berbeda dari koreksi yang hanya menyatakan benar atau salah karena siswa memperoleh arah untuk menilai proses regulasi dirinya. Huang et al. (2024) menemukan bahwa umpan balik regulasi diri berpengaruh lebih besar terhadap kinerja pemecahan masalah daripada umpan balik yang hanya berfokus pada tugas. Van Loon et al. (2021) juga menunjukkan bahwa instruksi guru yang secara eksplisit mendorong pemantauan diri berkaitan dengan akurasi metakognitif dan hasil belajar siswa sekolah dasar. Dengan demikian, siswa tidak berhenti pada perbaikan satu jawaban, tetapi mempelajari cara memeriksa strategi yang dapat digunakan pada soal berikutnya.

Kenaikan terbesar pada pemahaman konseptual menunjukkan bahwa pertanyaan yang meminta siswa menyatakan makna pecahan, hubungan antarbesaran, dan alasan pemilihan operasi mendorong rekonstruksi konsep sebelum perhitungan dilakukan. Braithwaite & Siegler (2021) menjelaskan bahwa refleksi terhadap alasan dan prosedur dapat membantu siswa meninjau kembali pengetahuan pecahan yang dipengaruhi *whole-number bias*, sedangkan Darmawijoyo et al. (2026) menunjukkan bahwa keberhasilan pada representasi konkret tidak selalu diikuti penguasaan prosedur simbolis. LKDK menyediakan penghubung antara representasi, alasan, dan simbol melalui pertanyaan yang eksplisit.

Kenaikan relatif tertinggi pada disposisi produktif dan penalaran adaptif perlu ditafsirkan bersama skor awal yang paling rendah. Meskipun demikian, pola tersebut relevan secara pedagogis. Pertanyaan yang meminta siswa membenarkan langkah dan memeriksa konsistensi jawaban melatih penalaran, sementara kesempatan menemukan dan

memperbaiki kesalahan memperkuat keyakinan bahwa keberhasilan matematika diperoleh melalui usaha yang terarah. Toikka et al. (2024) menempatkan pemantauan dan evaluasi sebagai bagian penting pengetahuan metakognitif dalam pemecahan masalah, sedangkan Alfayez (2022) menegaskan bahwa kelima untaian kecakapan matematis saling bergantung sehingga penguatan satu untaian dapat menopang untaian lainnya.

Kompetensi strategis meningkat karena LKDK tidak hanya meminta hasil akhir, tetapi juga alasan memilih operasi atau representasi; ketika menemukan ketidaksesuaian, siswa perlu mempertimbangkan strategi alternatif. Sebaliknya, kenaikan terkecil pada kelancaran prosedural lebih mungkin mencerminkan *ceiling effect* karena skor awal untaian ini paling tinggi, bukan menandakan bahwa prosedur tidak berkembang. Fyfe et al. (2023) menjelaskan bahwa umpan balik korektif cenderung lebih bermanfaat bagi siswa dengan pengetahuan awal rendah daripada siswa yang telah memiliki dasar prosedural lebih kuat. Oleh karena itu, besarnya kenaikan perlu dibaca bersama kemampuan awal dan skor akhir.

Pola NEA memperjelas mekanisme di balik peningkatan skor. Penurunan tajam kesalahan memahami dan transformasi pada tes maupun LKDK berjalan searah dengan kenaikan pemahaman konseptual. Kesalahan transformasi terjadi ketika siswa telah memahami informasi, tetapi tidak dapat mengubahnya menjadi operasi atau model matematis yang tepat; penelitian NEA pada soal cerita pecahan juga menunjukkan bahwa kesalahan siswa tidak hanya terjadi pada perhitungan, tetapi juga pada tahap memahami dan mentransformasikan soal (M. A. Putri & Purwanto, 2022; Rejeki & Sari, 2021). Pertanyaan perencanaan yang meminta siswa menjelaskan hubungan antarangka dan alasan pemilihan operasi secara langsung menyasar sumber kesalahan ini. Ketika siswa harus menyatakan terlebih dahulu apa yang mewakili keseluruhan, bagian, pembilang, dan penyebut, keputusan operasi tidak lagi bergantung pada kemiripan permukaan soal yang memicu *whole-number bias* (Li, 2025).

Perbedaan pola kesalahan membaca antara tes dan LKDK menunjukkan sensitivitas instrumen, bukan kemunduran. Tes tertulis mengodekan titik kesalahan dari produk jawaban, sedangkan LKDK meminta siswa mengungkap proses koreksi sehingga kekeliruan membaca kata, simbol, atau istilah yang sebelumnya tidak terlihat dapat muncul. Penelitian tentang kesalahan siswa sekolah dasar dalam menyelesaikan soal cerita juga menunjukkan bahwa kesalahan dapat bermula dari tahap membaca dan memahami informasi soal (Mustofa et al., 2022).

Kesalahan pengodean jawaban tetap rendah pada tes sehingga peluang reduksinya terbatas, tetapi LKDK memberikan gambaran tambahan karena frekuensinya menurun selama intervensi. Tahap ini berkaitan dengan penulisan jawaban akhir sesuai konteks, satuan, atau bentuk yang diminta, yang dalam kerangka NEA merupakan tahap terakhir penyelesaian masalah (Prasetyaningrum et al., 2022). Oleh karena itu, guru tetap perlu mempertahankan pertanyaan penutup yang meminta siswa mencocokkan

kembali jawaban dengan tuntutan soal, meskipun frekuensi kesalahan pada tahap ini kecil.

Peningkatan kesalahan keterampilan proses pada tes akhir perlu dibaca dalam kerangka hierarki NEA. NEA mencatat tahap pertama tempat penyelesaian gagal sehingga siswa yang pada tes awal berhenti pada tahap memahami atau transformasi tidak dikodekan pada tahap keterampilan proses (Ahzan et al., 2022; Prasetyaningrum et al., 2022). Setelah hambatan awal berkurang, lebih banyak siswa mencapai tahap perhitungan dan kesalahan prosedural mereka menjadi teramati. Pergeseran ini mencerminkan kemajuan konseptual, tetapi sekaligus menandai kebutuhan tindak lanjut pada ketelitian perhitungan. Penurunan terbatas kesalahan keterampilan proses pada LKDK menguatkan bahwa pertanyaan metakognitif membuka akses ke tahap perhitungan, tetapi latihan prosedural yang terarah masih diperlukan, misalnya melalui pertanyaan pemeriksaan operasi, estimasi kewajaran hasil, dan pembandingan dua cara hitung.

Kontribusi metodologis penelitian ini terletak pada penggunaan NEA sebagai kerangka penyusunan intervensi dan pemantauan, bukan semata-mata alat diagnosis setelah pembelajaran seperti pada penelitian terdahulu (Arjudin et al., 2024; Fauzi & Diansyah, 2021). Setiap tahap kesalahan dihubungkan dengan pertanyaan yang memandu koreksi sehingga terbentuk siklus diagnosis, refleksi, perbaikan, dan pemantauan yang dapat ditelusuri dari sesi ke sesi. Penggunaan tes dan LKDK sebagai dua sumber data juga mencegah ketergantungan pada satu bentuk bukti, meskipun frekuensi kesalahan dan ERR masih bersifat deskriptif.

Temuan ini juga melengkapi penelitian NEA pada materi pecahan di Indonesia yang umumnya melaporkan sebaran kesalahan siswa tanpa menguji upaya perbaikannya (Fauzi & Diansyah, 2021; M. A. Putri & Purwanto, 2022; Rejeki & Sari, 2021). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa informasi tahap kesalahan tidak hanya berguna untuk menggambarkan kesulitan, tetapi juga dapat dikembalikan kepada siswa dalam bentuk pertanyaan yang memandu perbaikan. Dengan cara ini, kesulitan memahami konsep pecahan yang banyak dilaporkan pada siswa sekolah dasar (M. Putri et al., 2025) dapat ditangani melalui kegiatan koreksi yang terstruktur, bukan hanya melalui pengulangan penjelasan guru.

Triangulasi antara tes dan LKDK berfungsi untuk membandingkan pola, bukan untuk menganggap salah satu sumber sebagai standar mutlak. Kesamaan arah pada kesalahan memahami dan transformasi meningkatkan keyakinan terhadap pola perubahan, sedangkan perbedaan pada kesalahan membaca, keterampilan proses, dan pengodean memperlihatkan bahwa kedua instrumen menangkap proses yang tidak sepenuhnya sama. Habib et al. (2024) juga menekankan pentingnya menggabungkan lebih dari satu sumber data ketika menilai perkembangan metakognisi siswa agar interpretasi tidak bergantung pada satu bentuk pengukuran.

Bentuk tertulis pertanyaan metakognitif membedakan intervensi ini dari dukungan metakognitif yang disampaikan terutama secara lisan oleh guru. Bentuk tertulis memungkinkan siswa menggunakan dukungan dengan kecepatan masing-masing, sementara

guru memperoleh rekaman proses yang dapat dianalisis setelah pembelajaran. Van Loon et al. (2021) menunjukkan bahwa dorongan pemantauan diri yang dibuat eksplisit dalam aktivitas kelas berkaitan dengan akurasi metakognitif siswa sekolah dasar. LKDK menerapkan prinsip tersebut dalam bentuk sederhana yang dapat digunakan pada pembelajaran rutin tanpa memerlukan perangkat tambahan.

Secara praktis, guru dapat menggunakan pola kesalahan untuk menentukan tindak lanjut. Dominasi kesalahan memahami menuntut pertanyaan tentang informasi yang diketahui dan ditanyakan, dominasi kesalahan transformasi memerlukan alasan pemilihan operasi atau model, sedangkan kesalahan keterampilan proses membutuhkan pemeriksaan langkah, estimasi, dan latihan prosedural. Pada sesi awal, guru perlu memodelkan cara menjawab pertanyaan metakognitif dan memastikan bahwa koreksi tidak berubah menjadi penyalinan jawaban; setelah siswa memahami fungsinya, dukungan dapat dikurangi secara bertahap agar koreksi menjadi lebih mandiri (Habib et al., 2024; Margolis, 2020).

Penerapan LKDK paling sesuai pada materi yang memiliki alur pemahaman dan penyelesaian yang dapat dibedakan, seperti pecahan. Karena pengetahuan pecahan sejak kelas awal berkaitan dengan capaian matematika pada jenjang berikutnya (Resnick et al., 2026), koreksi terhadap miskonsepsi pecahan sebaiknya dilakukan sedini mungkin sebelum kekeliruan tersebut menetap. Pertanyaan yang memisahkan makna pecahan dari prosedur hitung juga membantu guru membedakan miskonsepsi akibat *whole-number bias* dari kekeliruan hitung yang terjadi setelah strategi yang benar dipilih (Li, 2025; Xu et al., 2022).

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Sampel berasal dari satu sekolah, dipilih secara purposif, dan hanya mencakup satu kelas pada setiap kondisi; perlakuan berlangsung dua minggu tanpa pengukuran retensi; serta perubahan frekuensi NEA belum diuji secara inferensial. Penelitian lanjutan perlu melibatkan lebih banyak kelas, menggunakan analisis kovarians dengan skor awal sebagai kovariat, memperpanjang masa intervensi, serta menambahkan tes retensi, wawancara, atau protokol berpikir lantang untuk menjelaskan perubahan metakognitif (Habib et al., 2024).

SIMPULAN

Pertanyaan metakognitif yang diintegrasikan ke dalam Lembar Kerja Koreksi Diri efektif meningkatkan kecakapan matematis siswa kelas IV pada materi pecahan dibandingkan pembelajaran ekspositori konvensional, dengan peningkatan pada kelima untaian kecakapan matematis. Intervensi ini terutama mengurangi kesalahan pada tahap memahami dan transformasi sehingga titik kesulitan siswa bergeser ke tahap keterampilan proses yang menandai perlunya penguatan prosedural. Dengan demikian, LKDK dapat digunakan guru sebagai sarana koreksi diri sekaligus alat diagnosis untuk menyesuaikan pertanyaan dan tindak lanjut dengan tahap kesalahan siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Abraham, I., & Supriyati, Y. (2022). Desain Kuasi Eksperimen dalam

Pendidikan: Literatur Review. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, *8*(3). https://doi.org/10.58258/jime.v8i3.3800

Ahzan, Z. N., Simarmata, J. E., & Mone, F. (2022). Using Newman Error Analysis to Detect Students' Error in Solving Junior High School Mathematics Problem. *Jurnal Pendidikan MIPA*, *23*(2), 459–473. https://doi.org/10.23960/jpmipa/v23i2.pp459-473

Alfayez, M. Q. E. (2022). Mathematical Proficiency Among Female Teachers of The First Three Grades in Jordan and Its Relationship to Their Mathematical Thinking. *Frontiers in Education*, *7*, 957923. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.957923

Arjudin, A., Turmuzi, M., Kurniati, N., & Wulandari, N. P. (2024). Problem Solving Skills of Mathematics Education Students with Lack Number Sense Ability. *Jurnal Pendidikan MIPA*, *25*(1), 103–115. https://doi.org/10.23960/jpmipa/v25i1.pp103-115

Braithwaite, D. W., & Siegler, R. S. (2021). Putting fractions Together. *Journal of Educational Psychology*, *113*(3), 556–571. https://doi.org/10.1037/edu0000477

Darmawijoyo, Yukans, S. S., Kurniadi, E., & Pratiwi, W. D. (2026). Developing A Built-in Definition of Fraction Manipulative to Enhance Students' Conceptual Understanding. *Jurnal Elemen*, *12*(1), 277–293. https://doi.org/10.29408/jel.v12i1.33341

Fauzi, A., & Diansyah, S. N. (2021). Analisis Kesalahan Siswa Berdasarkan Teori Newman pada Materi Pecahan. *JUPE : Jurnal Pendidikan Mandala*, *6*(1). https://doi.org/10.58258/jupe.v6i1.2140

Fyfe, E. R., Borriello, G. A., & Merrick, M. (2023). A developmental Perspective on Feedback: How Corrective Feedback Influences Children's Literacy, Mathematics, and Problem Solving. *Educational Psychologist*, *58*(3), 130–145. https://doi.org/10.1080/00461520.2022.2108426

Habib, M., Amjad, A. I., Aslam, S., Saleem, Z., & Saleem, A. (2024). Navigating Math Minds: Unveiling The Impact of Metacognitive Strategies on 8th Grade Problem-Solvers Abilities. *International Electronic Journal of Elementary Education*, *17*(1), 135–144. https://doi.org/10.26822/iejee.2024.368

Hidayat, R., Mohd Saad, M. R., & Wewe, M. (2025). A meta-Analysis of The Effect of Metacognitive Instruction on Mathematics Achievement. *Cogent Education*, *12*(1), 2517510. https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2517510

Huang, J., Cai, Y., Lv, Z., Huang, Y., & Zheng, X.-L. (2024). Toward self-Regulated Learning: Effects of Different Types of Data-Driven Feedback on Pupils' Mathematics Word Problem-Solving Performance. *Frontiers in Psychology*, *15*, 1356852.

https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1356852

Jatisunda, M. G., & Nahdi, D. S. (2020). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis melalui Pembelajaran Berbasis Masalah dengan Scaffolding. *Jurnal Elemen*, *6*(2), 228–243. https://doi.org/10.29408/jel.v6i2.2042

Kooken, J. W., Zaini, R., & Arroyo, I. (2021). Simulating the Dynamics of Self-Regulation, Emotion, Grit, and Student Performance in Cyber-Learning Environments. *Metacognition and Learning*, *16*(2), 367–405. https://doi.org/10.1007/s11409-020-09252-6

Li, H. C. (2025). Examining Procedural Proficiency In Fraction Addition: Comparative Insights from England and Taiwan. *International Journal of Instruction*, *18*(1), 325–340. https://doi.org/10.29333/iji.2025.18118a

Margolis, A. A. (2020). Zone of Proximal Development, Scaffolding and Teaching Practice. *Cultural-Historical Psychology*, *16*(3), 15–26. https://doi.org/10.17759/chp.2020160303

Mustofa, R., Anif, S., & Muhibbin, M. (2022). Analisis Kesalahan dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, *6*(3), 3492–3502. https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2635

Nurussama, A., & Hermanto, H. (2022). Analisis Miskonsepsi Siswa pada Materi Pecahan Ditinjau dari Teori Konstruktivisme. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *11*(1), 641–653. https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4697

Prasetyaningrum, H. D., Amir, M. F., & Wardana, M. D. K. (2022). Elementary School Students' Errors in Solving Word Problems Based on Newman Error Analysis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *11*(3), 1701–1715. https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5576

Pusat Asesmen dan Pembelajaran. (2022). *Laporan hasil Asesmen Nasional 2022*. https://pusmendik.kemdikbud.go.id/an/

Putri, M. A., & Purwanto, S. E. (2022). Analisis Kesalahan Siswa SD Kelas V dalam Menyelesaikan Masalah Soal Cerita pada Materi Pecahan Berdasarkan Prosedur Newman. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, *7*(1), 1–15. https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i1.1653

Putri, M., Syam, S. S., & Chandra, C. (2025). Kesulitan Siswa Sekolah Dasar dalam Memahami Konsep Pecahan. *Pentagon : Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, *3*(2), 43–54. https://doi.org/10.62383/pentagon.v3i2.488

Rajadurai, R., & Ganapathy, H. (2023). Effect of Use of Metacognitive Instructional Strategies in Promoting Mathematical Problem Solving Competence Amongst Undergraduate Students in Facing Competitive Examination. *Cogent Social Sciences*, *9*(1), 2173103.

https://doi.org/10.1080/2331188 6.2023.2173103

Rejeki, S., & Sari, Y. R. (2021). Analisis Kesalahan Berdasarkan Teori Newman dalam Menyelesaikan Soal Cerita Materi Pecahan pada Siswa Kelas VII. *Educatif Journal of Education Research*, *3*(4), 1–12. https://doi.org/10.36654/educatif .v3i4.74

Resnick, I., Viegut, A., Barbieri, C. A., Newcombe, N., & Jordan, N. (2026). Early Informal Fraction Knowledge Matters: A Longitudinal Investigation Between First and Second Grades. *Journal of Experimental Child Psychology*, *265*, 106461. https://doi.org/10.1016/j.jecp.20 26.106461

Sihombing, E. G., Ningsih, A. M., Khairani, & Siregar, N. (2024). Implementasi Pendekatan Kontekstual Materi Pecahan untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika Siswa Kelas IV SD Negeri 060817 Sakti Lubis. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, *8*(3), 49792–49796. https://jptam.org/index.php/jpta m/article/view/23695

Toikka, S., Eronen, L., Atjonen, P., & Havu-Nuutinen, S. (2024). Combined Conceptualisations of Metacognitive Knowledge to Understand Students' Mathematical Problem-Solving. *Cogent Education*, *11*(1), 2357901. https://doi.org/10.1080/233118 6X.2024.2357901

Van Loon, M. H., Bayard, N. S., Steiner, M., & Roebers, C. M. (2021). Connecting Teachers' Classroom Instructions with Children's Metacognition and Learning in Elementary School. *Metacognition and Learning*, *16*(3), 623–650. https://doi.org/10.1007/s11409-020-09248-2

Xu, C., Li, H., Di Lonardo Burr, S., Si, J., LeFevre, J.-A., & Huang, B. (2022). Divide and Conquer: Relations Among Arithmetic Operations and Emerging Knowledge of Fraction Notation for Chinese students in Grade 4. *Journal of Experimental Child Psychology*, *217*, 105371. https://doi.org/10.1016/j.jecp.20 21.105371