Pedagogy **p-ISSN: 2502-3802**
Volume 11 Nomor 3 **e-ISSN: 2502-3799**

MEMPERKUAT KESIAPAN ALJABAR FORMAL MELALUI BERPIKIR FUNGSIONAL PADA JENJANG SMP: TELAAH KONSEPTUAL CAPAIAN PEMBELAJARAN FASE D

Nia Jusniani[1],
Magister Pendidikan Matematika[1], Sekolah Pascasarjana[1], Universitas Terbuka [1]
niajusniani@ecampus.ut.ac.id[1]

Abstrak

Transisi dari aritmetika ke aljabar formal di SMP kerap dipelajari sebagai rangkaian keterampilan memanipulasi simbol, sementara Capaian Pembelajaran (CP) Fase D belum menyatakan dimensi berpikir fungsional mana yang dituntut. Artikel ini bertujuan menelaah hakikat berpikir fungsional dalam kesiapan aljabar formal, memetakan deskriptor elemen Aljabar CP Fase D terhadap dimensi berpikir fungsional, dan merumuskan model konseptual beserta proposisinya. Kajian konseptual ini menggunakan analisis kerangka konseptual terhadap literatur 2021–2026 dan analisis dokumen CP Matematika Fase D (Keputusan Kepala BSKAP Nomor 046/H/KR/2025). Deskriptor dikodekan eksplisit, implisit, atau tidak tampak pada dimensi rekursif, kovariasional, korespondensi, dan objek. Hasil menunjukkan tujuh deskriptor elemen Aljabar; dari 28 sel pengodean, 14,3% berkode eksplisit, 46,4% implisit, dan 39,3% tidak tampak. Korespondensi terjangkau oleh seluruh deskriptor, sedangkan kovariasional tidak pernah berkode eksplisit dan rekursif hanya implisit pada dua deskriptor. Sintesis menghasilkan model jembatan fungsional yang menghubungkan variabel, rumus, penyelesaian persamaan, dan SPLDV, disertai empat proposisi dan empat kriteria perancangan tugas. Disimpulkan bahwa CP Fase D lebih menekankan aturan dan representasi simbolik daripada penalaran kovariasional, sehingga kesiapan aljabar formal berisiko dibangun tanpa makna perubahan antarkuantitas. Kajian ini memberi masukan bagi penyusunan alur tujuan pembelajaran dan agenda penelitian empiris.

Kata Kunci: berpikir fungsional, kesiapan aljabar, capaian pembelajaran, Fase D, SMP

A. Pendahuluan

Transisi dari aritmetika ke aljabar formal merupakan titik yang paling menentukan dalam lintasan belajar matematika sekolah, dan jenjang SMP adalah tempat transisi itu dilembagakan melalui kurikulum. Pada Fase D, murid diharapkan mengenali dan menggeneralisasi pola, menyatakan situasi dalam bentuk aljabar, menyelesaikan persamaan dan pertidaksamaan linear satu variabel serta sistem persamaan linear dua variabel, memahami dan menyajikan relasi dan fungsi,

serta membedakan fungsi linear dari fungsi nonlinear melalui grafik (Badan Standar Kurikulum dan Asesmen Pendidikan, 2025). Sorotan artikel ini adalah bagaimana berpikir fungsional, yakni bernalar tentang hubungan dan variasi bersama antarkuantitas, dapat dibaca sebagai fondasi konseptual yang menyatukan capaian-capaian tersebut, sehingga kesiapan aljabar formal tidak berhenti pada keterampilan memanipulasi simbol.

Sorotan ini berpijak pada dasar teoretis yang kuat. Kieran (2022) membedakan tiga tipe berpikir aljabar, yaitu analitik, struktural, dan fungsional, dengan generalisasi sebagai benang merah; tipe fungsional mencakup penalaran rekursif, kovariasional, dan korespondensi, selaras dengan Kaput (2008) yang menempatkan studi tentang fungsi dan variasi bersama sebagai untai inti aljabar. Telaah terhadap 74 artikel aljabar periode 2018–2022 menunjukkan fungsi dan grafik sebagai klaster terbesar (33 artikel), serta kesulitan siswa yang cenderung berkurang ketika kurikulum menekankan kovariasi sejak dini dan memperkenalkan fungsi formal di jenjang menengah pertama (Ellis & Özgür, 2024). Makna variabel pun dapat dibangun dari relasi antarkuantitas yang berubah (Hackenberg & Temizer, 2021), dan kemampuan menggeneralisasi dapat dipetakan dalam progresi belajar (Stephens et al., 2021). Dengan demikian, berpikir fungsional lebih tepat dipandang sebagai mekanisme pemaknaan simbol aljabar daripada topik pengayaan.

Realitas empiris di Indonesia menambah urgensinya. Pada PISA 2022, skor matematika Indonesia mencapai 366, turun 13 poin dari 2018; hanya 18% siswa mencapai Level 2 ke atas, dan hampir tidak ada siswa di Level 5–6 (rerata OECD 9%) (OECD, 2023). Karena peserta PISA berusia 15 tahun, hasil ini bukan ukuran langsung kesiapan aljabar, tetapi menandakan bahwa penalaran matematis tingkat lanjut belum terbangun memadai. Pada tataran kelas, kesulitan berpikir aljabar siswa SMP terdokumentasi pada materi relasi dan fungsi (Ramanda & Rahaju, 2024) serta SPLDV (Farida & Hakim, 2021); numerasi kelas VIII dikaji bersama faktor afektif (Jusniani et al., 2024), dan analisis kesalahan Newman dipakai untuk menelusuri kesulitan pada soal bersimbol hingga jenjang perguruan tinggi (Setiawan et al., 2021). Tinjauan sistematis pun menegaskan bahwa guru perlu memahami bagaimana siswa bernalar secara aljabar (Sibgatullin et al., 2022).

Namun, rangkaian bukti tersebut masih tersebar dan belum bermuara pada pembacaan utuh terhadap Capaian Pembelajaran (CP) sebagai dokumen normatif rujukan guru. Ketersebaran itu bermula dari kejelasan konstruk berpikir fungsional, lalu merambat ke tataran kurikuler, teoretis, metodologis, teknologis, dan sosial-budaya.

Persoalan pertama bersifat epistemologis. Berpikir fungsional kini dibahas pula pada siswa yang lebih muda sehingga maknanya perlu ditegaskan; Sumpter dan Sumpter & Blomqvist (2025) menganalisisnya secara semantik-ontologis. Pada siswa kelas 9, aspek input–output, kovariasi, dan pandangan fungsi sebagai objek relatif terpisah (Wei et al., 2025), sehingga satu jenis tugas tidak cukup. Padahal CP Fase D memuat istilah pola, relasi, fungsi, dan persamaan tanpa menyatakan dimensi mana yang dituntut. Kebaruan artikel ini adalah peta epistemologis yang mengaitkan setiap deskriptor CP dengan dimensi rekursif, kovariasional, korespondensi, dan objek.

Ketidakjelasan itu berlanjut ke tataran kurikuler. Analisis buku teks Kurikulum Merdeka menunjukkan tugas berpikir fungsional tidak terdistribusi merata; tugas pemodelan aljabar, misalnya, terpusat pada tahap korespondensi (Utami et al., 2023). Sementara itu, hubungan fungsional telah dikaji pada siswa kelas tiga (Pinto et al., 2022) hingga kelas 10 (Martins et al., 2023), tetapi belum tampak telaah yang menempatkan Fase D sebagai jembatan antarfase. Artikel ini menawarkan analisis kontinuitas vertikal dengan Fase D sebagai titik pengungkit.

Kontinuitas itu belum dijelaskan mekanismenya secara teoretis. Riset aljabar terbagi ke klaster simbol, ekuivalensi, persamaan dan sistem, serta fungsi dan grafik, padahal CP Fase D menuntut semuanya (Ellis & Özgür, 2024). Persamaan memang dapat dipahami sebagai representasi akar suatu fungsi, tetapi runtutan penalaran dari kuantitas ke rumus, persamaan, hingga sistem persamaan belum dirumuskan. Artikel ini mengajukan model "jembatan fungsional": variabel sebagai kuantitas yang berubah, rumus sebagai aturan korespondensi, penyelesaian persamaan sebagai pencarian nilai tertentu, dan SPLDV sebagai syarat simultan dua hubungan linear.

Celah teoretis ini bertaut dengan keterbatasan metodologis. Penelitian aljabar umumnya mengandalkan respons tertulis dan intervensi singkat (Ellis & Özgür,

2024), sedangkan tinjauan sistematis berfokus pada pemetaan publikasi dan temuan empiris (Sibgatullin et al., 2022), bukan audit konseptual dokumen kurikuler. Artikel ini merumuskan protokol analisis berlapis (konstruk, deskriptor, jenis tugas, bukti kognitif) dengan kriteria konsistensi internal dan keterlacakan pada literatur.

Keterbatasan itu terasa pula pada teknologi. Perangkat digital membantu siswa mengaitkan perubahan antarkuantitas (Ellis & Özgür, 2024); desain digital-embodied pada siswa kelas 9 meningkatkan seluruh aspek berpikir fungsional, terutama kovariasi (Wei et al., 2025), dan tugas pemodelan mendukung konseptualisasi fungsi sebagai relasi kovariasional (Kafetzopoulos & Psycharis, 2022). Di Indonesia, *GeoGebra Classroom* telah dikembangkan untuk materi SMP seperti transformasi geometri (Septian et al., 2022), tetapi kaitannya dengan dimensi berpikir fungsional pada CP Fase D belum dirumuskan. Artikel ini menyusun kerangka pemetaan afordansi teknologi, dimensi berpikir fungsional, dan deskriptor CP.

Terakhir, persoalan di atas perlu dibaca dalam konteks sosial-budaya dan komunikatif ruang kelas. Praktik mengajar dan interaksi sosial masih sedikit diteliti dalam riset aljabar (Ellis & Özgür, 2024). Tugas berbasis konteks budaya dapat membangun penalaran fungsional (Hunter et al., 2022), dan komunikasi matematis siswa SMP dengan model kooperatif tipe *Match Mine* dilaporkan lebih baik daripada pembelajaran biasa (Monariska et al., 2021). Komunikasi ini relevan karena hubungan antarkuantitas dinyatakan bergantian dalam kata, tabel, grafik, dan simbol. Karena itu, artikel ini merumuskan prinsip rancangan tugas berpikir fungsional yang berakar pada konteks lokal dan wacana lintas representasi.

Keenam celah ini penting diisi karena saling mengunci. Tanpa kejelasan epistemologis dan teoretis, Alur Tujuan Pembelajaran dan modul ajar berisiko menerjemahkan CP Fase D menjadi urutan prosedur yang terpisah; tanpa protokol metodologis, kesesuaian CP dengan kebutuhan kognitif siswa sulit diuji; tanpa pertimbangan teknologi dan konteks sosial-budaya, rekomendasi sulit diterapkan di kelas Indonesia. Kontribusi artikel ini mencakup (1) model jembatan fungsional yang menghubungkan tipe berpikir analitik, struktural, dan fungsional; (2) peta kesesuaian dan kesenjangan CP Fase D sebagai masukan kebijakan; (3) kriteria

perancangan tugas bagi guru; dan (4) proposisi konseptual untuk riset empiris lanjutan.

Tujuan artikel ini adalah (1) menelaah hakikat berpikir fungsional dan perannya dalam kesiapan aljabar formal; (2) memetakan deskriptor aljabar CP Fase D terhadap dimensi berpikir fungsional; dan (3) merumuskan model konseptual beserta proposisi dan implikasinya bagi pembelajaran di SMP. Rencana pemecahan masalah ditempuh melalui analisis konseptual tanpa data lapangan dalam tiga langkah: sintesis konstruk berpikir fungsional dari literatur terkini dengan rujukan klasik sebagai jangkar; analisis deskriptor CP Fase D pada Keputusan Kepala BSKAP Nomor 046/H/KR/2025 dengan matriks dimensi berpikir fungsional; dan sintesis hasil pemetaan menjadi model serta proposisi konseptual. Karena tidak menggunakan data empiris, kajian ini tidak merumuskan hipotesis statistik, melainkan proposisi untuk agenda riset lanjutan.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan kajian konseptual dengan pendekatan analisis kerangka konseptual, yaitu proses teorisasi yang membangun jejaring konsep yang saling terhubung dari literatur yang ada (Jabareen, 2009). Pendekatan ini dipilih karena tujuan kajian adalah memahami dan merumuskan hubungan antarkonsep, bukan memprediksi atau menguji pengaruh, sehingga tidak diperlukan data lapangan, populasi, maupun sampel. Pemeriksaan terhadap teks CP dilakukan dengan analisis dokumen (Bowen, 2009).

Objek kajian ada dua: konstruk berpikir fungsional dan kesiapan aljabar formal dalam literatur pendidikan matematika, serta deskriptor elemen Aljabar pada CP Matematika Fase D (Kelas VII–IX SMP/MTs) dalam Keputusan Kepala BSKAP Nomor 046/H/KR/2025. Ruang lingkup dibatasi pada elemen Aljabar; elemen lain hanya dirujuk bila berkaitan dengan hubungan antarkuantitas, dan CP fase yang berdampingan hanya dipakai untuk menelaah kontinuitas vertikal. Karena tidak melibatkan responden, kajian dilakukan sepenuhnya melalui penelusuran pustaka dan analisis dokumen secara daring pada Maret tahun 2026. Bahan utama berupa naskah resmi CP dan artikel jurnal terkini, sedangkan alat yang digunakan adalah basis data Scopus dan Google Scholar pengelola referensi *Mendeley*, dan lembar matriks pengodean.

Data dikumpulkan melalui dua jalur. Pertama, dokumentasi teks CP: deskriptor elemen Aljabar diambil dari naskah resmi, lalu dipecah menjadi satuan analisis berupa klausa yang memuat satu tuntutan kompetensi. Kedua, penelusuran literatur dengan kata kunci *functional thinking, algebraic thinking, covariational reasoning, algebra readiness, middle school*, serta berpikir fungsional, berpikir aljabar, dan capaian pembelajaran. Artikel dipilih bila terbit pada 2021–2026, terindeks *Scopus* atau SINTA, mengkaji berpikir fungsional atau aljabar pada jenjang dasar hingga menengah, dan memiliki DOI; rujukan klasik dipertahankan sebagai jangkar teoretis. Artikel yang hanya menjadikan aljabar sebagai konteks tanpa mengkaji pembelajarannya tidak diikutkan. Konstruk yang dianalisis dioperasionalkan sebagaimana pada Tabel 1.

Tabel 1. Definisi Operasional Konstruk

Konstruk	Definisi Pperasional dalam Kajian ini	Indikator Analitik
Berpikir fungsional	Cara bernalar tentang hubungan antara kuantitas-kuantitas yang berubah (Kieran, 2022)	Dimensi rekursif (pola perubahan antarsuku), kovariasional (perubahan bersama dua kuantitas), korespondensi (aturan umum masukan–keluaran), dan objek (fungsi sebagai entitas bersifat tertentu)
Kesiapan aljabar formal	Kapasitas murid menggunakan variabel dan simbol untuk menyatakan, mentransformasi, dan menyelesaikan hubungan matematis	Penyajian situasi dalam bentuk aljabar; penyelesaian persamaan dan pertidaksamaan linear satu variabel; penyelesaian SPLDV; penyajian relasi dan fungsi
Deskriptor CP	Satu klausa kompetensi pada elemen Aljabar CP Fase D yang menjadi satuan analisis	Jumlah dan bunyi klausa kompetensi yang terpetakan
Keselarasan konseptual	Keterlacakan dimensi berpikir fungsional pada suatu deskriptor	Eksplisit (dinyatakan langsung), implisit (dapat disimpulkan dari tuntutan kognitifnya), atau tidak tampak

Analisis dilakukan dalam tiga langkah yang berulang. Pertama, literatur dikodekan secara tematik untuk menyintesis konstruk berpikir fungsional, dimensinya, dan hubungannya dengan kesiapan aljabar formal. Kedua, setiap deskriptor CP Fase D dipetakan ke dalam matriks deskriptor × dimensi dan dikodekan eksplisit, implisit, atau tidak tampak, lalu dibandingkan dengan deskriptor fase yang berdampingan untuk melihat kontinuitas vertikal. Ketiga, hasil pemetaan disintesis menjadi model jembatan fungsional dan proposisi konseptual, yang direvisi sampai konsisten dengan literatur. Karena kajian ini tidak menggunakan ukuran statistik, mutu analisis dijaga melalui konsistensi internal antarlangkah, keterlacakan setiap proposisi pada sumber, triangulasi antara literatur

dan dokumen kebijakan, serta pengodean ulang oleh peneliti kedua dengan perbedaan yang dibahas hingga disepakati.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Konstruk Berpikir Fungsional dan Perannya bagi Kesiapan Aljabar Formal

Pengodean tematik terhadap literatur menghasilkan empat dimensi berpikir fungsional, yaitu rekursif, kovariasional, korespondensi, dan objek. Karakteristik masing-masing dimensi diringkas pada Tabel 2.

Tabel 2. Dimensi Berpikir Fungsional Hasil Sintesis Literatur

Dimensi	Inti Penalaran	Bentuk Tugas Khas	Padanan simbolik
Rekursif	Mengenali pola perubahan dari satu suku ke suku berikutnya	Melanjutkan barisan; menentukan selisih antarsuku	$u(n+1) = u(n) + b$
Kovariasional	Mengoordinasikan perubahan dua kuantitas secara serentak	Menelaah perubahan y ketika x bertambah	Δy terhadap Δx
Korespondensi	Menyatakan aturan umum yang memasangkan masukan dengan keluaran	Menyusun rumus suku ke-n atau hubungan x dan y	$y = f(x)$
Objek	Memandang fungsi sebagai entitas yang dibandingkan dan diklasifikasi	Membandingkan grafik; membedakan jenis fungsi	f sebagai satu kesatuan

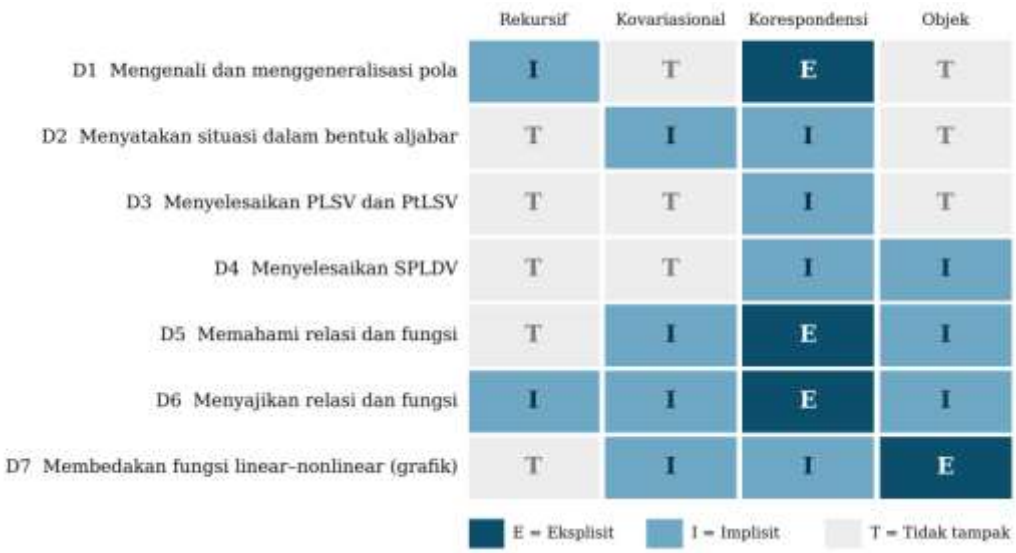
Tabel 2 memperlihatkan bahwa keempat dimensi berbeda pada satuan yang dinalarkan, yaitu selisih antarsuku pada dimensi rekursif, perubahan serentak dua kuantitas pada kovariasional, aturan masukan–keluaran pada korespondensi, dan fungsi secara utuh pada objek. Urutan baris tidak menyatakan urutan perkembangan.

Keempat dimensi itu menegaskan bahwa berpikir fungsional bukan satu kemampuan tunggal. Temuan ini sejalan dengan Wei et al., (2025), yang mendapati aspek input–output, kovariasi, dan pandangan fungsi sebagai objek relatif terpisah pada siswa kelas 9, serta dengan Kieran (2022) yang membedakan penalaran rekursif, kovariasional, dan korespondensi dalam tipe fungsional. Kajian ini mempertahankan dimensi objek sebagai penanda kesiapan formal, sebab aljabar di SMP menuntut siswa tidak hanya menghitung nilai fungsi, tetapi juga membandingkannya, suatu persoalan yang dianalisis secara semantik-ontologis oleh Sumpter & Blomqvist (2025). Implikasinya, tugas yang hanya mengaktifkan satu dimensi tidak cukup menopang kesiapan aljabar formal. Peran konstruk ini terhadap simbol dapat dijelaskan melalui kovariasi: kerangka penalaran kovariasional (Carlson et al., 2002) memberi dasar bagi pemaknaan perubahan

bersama antarkuantitas, dan makna variabel sendiri berkembang dari relasi antarkuantitas yang berubah (Hackenberg & Temizer, 2021). Berpikir fungsional dengan demikian bekerja sebagai mekanisme pemaknaan, bukan topik tambahan di samping persamaan, selaras dengan temuan Ellis & Özgür (2024) bahwa kesulitan siswa cenderung berkurang ketika kovariasi ditekankan sejak dini. Perbedaannya, telaah-telaah tersebut berangkat dari respons siswa, sedangkan kajian ini menurunkan dimensi dari konstruk untuk membaca dokumen kurikuler.

2. Pemetaan Deskriptor Aljabar CP Fase D terhadap Dimensi Berpikir Fungsional

Elemen Aljabar CP Fase D terpecah menjadi tujuh deskriptor (D1–D7). Hasil pengodean setiap deskriptor terhadap empat dimensi disajikan pada Gambar 1 dan direkapitulasi pada Tabel 3. Pada pembacaan terhadap fase yang berdampingan, istilah fungsi dalam elemen Aljabar baru muncul secara eksplisit pada Fase D.



Gambar 1. Matriks Pengodean Deskriptor CP Fase D Terhadap Dimensi Berpikir Fungsional

Tabel 3. Rekapitulasi Pengodean Deskriptor terhadap Dimensi

Dimensi	Eksplisit	Implisit	Tidak tampak	Deskriptor yang menjangkau
Rekursif	0	2	5	2 dari 7 (D1, D6)
Kovariasional	0	4	3	4 dari 7 (D2, D5, D6, D7)
Korespondensi	3	4	0	7 dari 7
Objek	1	3	3	4 dari 7 (D4–D7)
Total sel	4	13	11	28 sel

Dari 28 sel pengodean (7 deskriptor × 4 dimensi), 4 sel (14,3%) berkode eksplisit, 13 sel (46,4%) implisit, dan 11 sel (39,3%) tidak tampak. Korespondensi

terjangkau oleh seluruh deskriptor, kovariasional tidak pernah berkode eksplisit, dan rekursif hanya implisit pada D1 dan D6. Deskriptor D6 menjangkau keempat dimensi, D5 dan D7 masing-masing tiga, D1, D2, dan D4 masing-masing dua, dan D3 hanya satu. Kolom terakhir Tabel 3 menunjukkan banyaknya deskriptor yang memuat dimensi tersebut, baik secara eksplisit maupun implisit.

Dominasi korespondensi menunjukkan bahwa CP Fase D, melalui kata kerja seperti menyatakan, menyelesaikan, dan menyajikan, mengarahkan siswa pada aturan dan representasi simbolik. Pola ini menyerupai hasil analisis buku teks Kurikulum Merdeka yang menemukan tugas pemodelan aljabar terpusat pada tahap korespondensi (Utami et al., 2023), sehingga distribusi tugas di buku teks tampaknya dapat ditelusuri hingga dokumen normatif yang menjadi rujukannya; dugaan ini perlu diuji karena kajian ini tidak menganalisis buku teks. Absennya kode eksplisit pada kovariasional merupakan celah yang paling berarti, sebab dimensi inilah yang paling terdorong oleh desain digital-embodied (Wei et al., 2025) dan yang, ketika ditekankan sejak dini, diiringi berkurangnya kesulitan (Ellis & Özgür, 2024). Bagian yang paling kurang dinyatakan CP justru bagian yang menurut literatur paling responsif terhadap pembelajaran.

Lemahnya dimensi rekursif tidak dapat dibaca terpisah dari jenjang sebelumnya. Maudy et al., (2022) menemukan bahwa kurikulum SD tidak secara eksplisit menyasar berpikir aljabar awal dan gagasan tersebut tidak muncul secara alami, sehingga Fase D menerima siswa yang tidak dapat diasumsikan telah membangun penalaran rekursif–kovariasional, sementara CP Fase D pun tidak menyatakannya. Kajian pada kelas tiga (Pinto et al., 2022) dan kelas 10 (Martins et al., 2023) menelaah hubungan fungsional di kedua ujung rentang tersebut, tetapi tidak menempatkan Fase D sebagai jembatan; kajian ini mengisi bagian tengah itu.

Rendahnya jangkauan D3 dan D4, yang hanya berkode implisit, berpadu dengan kesulitan siswa yang terdokumentasi pada relasi dan fungsi (Ramanda & Rahaju, 2024) dan pada SPLDV (Farida & Hakim, 2021). Kesesuaian ini mengisyaratkan bahwa deskriptor penyelesaian persamaan mudah dibaca sebagai prosedur yang berdiri sendiri. Namun, kedua penelitian itu tidak mengkaji CP, sehingga hubungan tersebut diajukan sebagai proposisi, bukan kesimpulan kausal. Perlu dicatat pula bahwa kode implisit bersifat inferensial atas tuntutan kognitif

klausa, sehingga hasil pemetaan merupakan pembacaan konseptual yang terlacak pada literatur, bukan ukuran pasti.

3. Model Jembatan Fungsional dan Proposisi Konseptual

Sintesis pemetaan menghasilkan model jembatan fungsional (Gambar 2) dengan empat simpul berurutan: variabel sebagai kuantitas yang berubah, rumus sebagai aturan korespondensi, penyelesaian persamaan dan pertidaksamaan sebagai pencarian nilai masukan untuk keluaran tertentu, dan SPLDV sebagai syarat simultan dua hubungan linear. Deskriptor D7 berada di bawah keempat simpul sebagai pembanding lintas simpul.

Proposisi Konseptual Turunan Model Jembatan Fungsional

Proposisi Dasar rujukan Arah pengujian

P1. Tugas yang mengaitkan variabel dengan kuantitas yang berubah, sebelum PLSV, memperkuat makna variabel pada penyelesaian persamaan. (Hackenberg & Temizer, 2021)

Tes diagnostik dan wawancara berbasis tugas

P2. PLSV dan PtLSV yang diposisikan sebagai pencarian masukan untuk keluaran tertentu memungkinkan siswa menjelaskan langkah penyelesaian secara bermakna. (Ellis & Özgür, 2024; Kieran, 2022)

Eksperimen semu dengan kelompok pembanding

P3. SPLDV yang dipahami sebagai syarat simultan dua hubungan linear lebih bermakna daripada SPLDV sebagai prosedur eliminasi atau substitusi. (Farida & Hakim, 2021)

Studi kasus kelas dan analisis jawaban tertulis

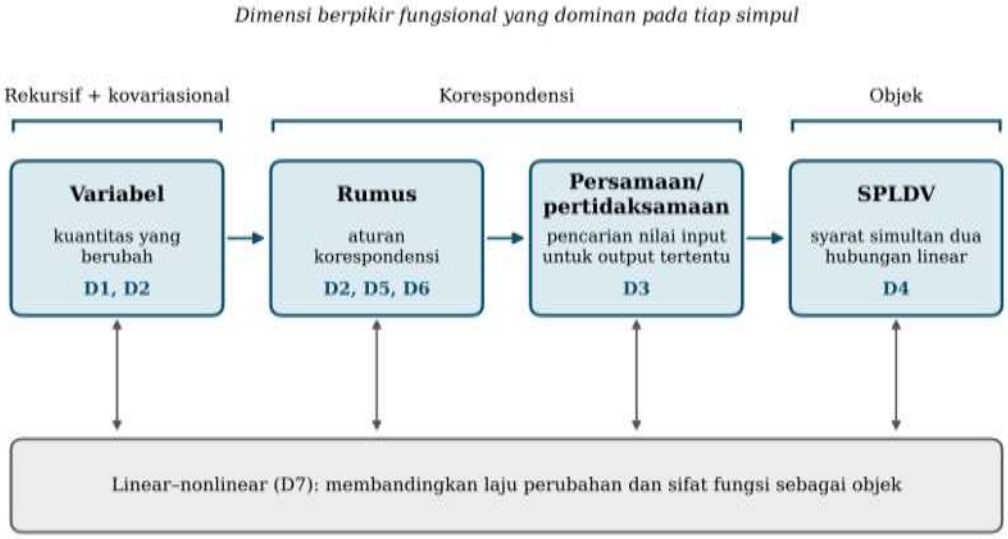
P4. Membedakan fungsi linear dari nonlinear melalui grafik menuntut dimensi kovariasional dan objek sekaligus. (Wei et al., 2025)

Wawancara klinis berbasis tugas grafik

Hasil di atas memuat satu proposisi untuk setiap simpul utama beserta dasar rujukan dan arah pengujiannya. Hasil terakhir merupakan usulan desain, bukan hasil pengujian.

Model ini mengisi celah teoretis yang ditunjukkan Ellis & Özgür (2024): riset aljabar terbagi ke klaster simbol, ekuivalensi, persamaan dan sistem, serta fungsi dan grafik, padahal CP Fase D menuntut semuanya. Berbeda dengan pembagian

itu, model jembatan membaca klaster-klaster tersebut sebagai satu rangkaian penalaran. Dalam kerangka Kieran (2022), penyelesaian persamaan yang tergolong analitik tidak dipisahkan dari tipe fungsional, melainkan menjadi satu titik dalam hubungan antarkuantitas; pemosisian SPLDV sebagai dua hubungan yang dibatasi sekaligus juga memberi arah penjelasan bagi kesulitan SPLDV yang dilaporkan Farida & Hakim (2021). Dari sisi teknologi, tugas pemodelan mendukung konseptualisasi fungsi sebagai relasi kovariasional (Kafetzopoulos & Psycharis, 2022), sedangkan GeoGebra Classroom di Indonesia baru dikembangkan untuk materi seperti transformasi geometri (Septian et al., 2022); model ini membuka kemungkinan memindahkan afordansi serupa ke simpul variabel dan rumus. Berbeda dengan Wei et al., (2025) yang melaporkan peningkatan seluruh aspek pada kelas 9, model ini belum diuji pada siswa, sehingga P1–P4 harus diposisikan sebagai hipotesis kerja. Model ini diturunkan menjadi empat proposisi digambarkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Model Jembatan Fungsional dan Keterkaitannya dengan Deskriptor CP Fase D

4. Implikasi bagi Perancangan Tugas dan Konteks Pembelajaran

Dari pemetaan dan model dirumuskan empat kriteria perancangan tugas: (a) setiap tugas mengaktifkan sedikitnya dua dimensi berpikir fungsional; (b) tugas berpijak pada konteks budaya lokal; (c) tugas meminta peralihan antarrepresentasi kata, tabel, grafik, dan simbol; dan (d) tugas memanfaatkan perangkat dinamis untuk memperlihatkan perubahan bersama.

Kriteria (a) berpijak pada keterpisahan dimensi (Wei et al., 2025). Kriteria (b) sejalan dengan Hunter et al., (2022), yang menunjukkan bahwa tugas berbasis konteks budaya dapat membangun penalaran fungsional, dan kriteria (c) bersesuaian dengan komunikasi matematis siswa SMP yang dilaporkan lebih baik pada model kooperatif Match Mine (Monariska et al., 2021), mengingat hubungan antarkuantitas dinyatakan bergantian dalam kata, tabel, grafik, dan simbol. Perbedaannya, kedua penelitian itu tidak menautkan temuannya pada deskriptor CP, sedangkan kriteria di sini diturunkan dari kesenjangan hasil pemetaan. Kriteria (d) menguatkan temuan perangkat digital pada Kafetzopoulos & Psycharis (2022) dengan menunjuk kovariasi sebagai sasaran utamanya.

Penerapan kriteria tersebut juga perlu memperhatikan aspek afektif, karena kesiapan aljabar tidak semata kognitif; Jusniani et al., (2024) mengkaji numerasi siswa kelas VIII bersama faktor afektif, sehingga tugas multidimensi sebaiknya dipantau bersama keyakinan dan sikap siswa. Perbedaannya, kajian tersebut bersifat empiris dengan numerasi sebagai fokus, sedangkan kajian ini menelaah dokumen kurikuler; keduanya saling melengkapi. Pada tataran nasional, hanya 18% siswa mencapai Level 2 ke atas pada PISA 2022 (OECD, 2023); meski bukan ukuran langsung kesiapan aljabar, angka ini menambah bobot perlunya menguatkan penalaran pada jenjang SMP. Keterbatasan kajian mencakup satu dokumen kebijakan, pengodean yang inferensial, dan ketiadaan data lapangan, sehingga P1–P4 menjadi agenda riset lanjutan.

D. Kesimpulan

Kajian konseptual ini menghasilkan tiga simpulan. Pertama, berpikir fungsional terdiri atas empat dimensi yang berbeda, yaitu rekursif, kovariasional, korespondensi, dan objek, sehingga ia berperan sebagai mekanisme pemaknaan simbol aljabar, bukan topik tambahan di samping persamaan. Kedua, pemetaan tujuh deskriptor elemen Aljabar CP Fase D memperlihatkan dominasi korespondensi, ketiadaan kode eksplisit pada dimensi kovariasional, dan lemahnya jangkauan dimensi rekursif, sementara deskriptor penyelesaian persamaan dan SPLDV hanya terhubung secara implisit dengan berpikir fungsional. Ketiga, model jembatan fungsional merangkai variabel, rumus, penyelesaian persamaan, dan

SPLDV sebagai satu rangkaian penalaran, yang diturunkan menjadi empat proposisi dan empat kriteria perancangan tugas.

Implikasinya, guru dan penyusun alur tujuan pembelajaran dapat melengkapi tugas berorientasi rumus dengan tugas yang mengaktifkan kovariasi dan pola perubahan, sedangkan pengembang kebijakan dapat mempertimbangkan penegasan dimensi berpikir fungsional pada pembaruan CP. Kajian ini terbatas pada satu dokumen kebijakan dengan pengodean yang bersifat inferensial dan tanpa data lapangan. Penelitian lanjutan disarankan menguji proposisi P1–P4 melalui tes diagnostik, wawancara berbasis tugas, dan eksperimen semu, serta memperluas pemetaan ke fase lain dan ke buku teks.

Daftar Pustaka

Anggraini, K., Ibrahim, N., Jusniani, N., & Prasetyo, A. (2025). Interactive digital media to enhance early literacy in hybrid learning. EDUKASIA Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran, 6(2), 1015-1026.

Badan Standar Kurikulum dan Asesmen Pendidikan. (2025). *Keputusan Kepala BSKAP 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.

Bowen, G. A. (2009). Document Analysis as a Qualitative Research Method. *Qualitative Research Journal*, *9*(2), 27–40. https://doi.org/10.3316/QRJ0902027

Carlson, M. P., Jacobs, S., Coe, E., & Larsen, S. (2002). Applying Covariational Reasoning While Modeling Dynamic Events: A Framework and a Study. *Journal for Research in Mathematics Education*, *33*(5), 352. https://doi.org/10.2307/4149958

Ellis, A. B., & Özgür, Z. (2024). Trends, insights, and developments in research on the teaching and learning of algebra. *ZDM Mathematics Education*, *56*, 199–210. https://doi.org/10.1007/s11858-023-01545-9

Farida, I., & Hakim, D. L. (2021). Kemampuan Berpikir Aljabar Siswa SMP pada Materi Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV). *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *4*(5), 1123–1136. https://doi.org/10.22460/jpmi.v4i5.1123-1136

Hackenberg, A., & Temizer, F. A. (2021). Middle school students' construction of quantitative unknowns. *The Journal of Mathematical Behavior*, *61*(1), 100832. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100832

Hunter, R., Hunter, J., & Gibbs, B. (2022). Taking an Asset-Based Approach in the

Use of a Culturally Located Task to Construct Functional Reasoning. *Teachers College Record*, *124*(5). https://doi.org/10.1177/016146812211039

Jabareen, Y. (2009). Building a Conceptual Framework: Philosophy, Definitions, and Procedure. *International Journal of Qualitative Methods*, *8*(4), 49–62. https://doi.org/10.1177/160940690900800406

Jusniani, N., Dwina, A. Z., Apriliani, S., & Salsiah, U. (2024). Pengaruh Motivasi Belajar Terhadap Numerasi Siswa SMP Kelas VIII pada Materi Himpunan. *Triple S (Journals of Mathematics Education)*, *3*(1), 16–29. https://doi.org/10.35194/ts.v3i1.3967

Jusniani, N., Monariska, E., & Kewajiban, T. H. (2026). Penerapan Realistic Mathematics Education berbantuan media manipulatif untuk meningkatkan literasi matematis siswa sekolah dasar. Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika, 11(2), 692–706. https://doi.org/10.30605/apy2yp52

Jusniani, N., & Setiawan, E. (2026). Pembelajaran matematika berbasis STEAM untuk meningkatkan pemahaman matematis siswa sekolah dasar. Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika, 11(1), 590–605. https://doi.org/10.30605/haz8h318

Kafetzopoulos, G.-I., & Psycharis, G. (2022). Conceptualization of function as a covariational relationship between two quantities through modeling tasks. *The Journal of Mathematical Behavior*, *67*(1), 100993. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.100993

Kaput, J. J. (2008). What is algebra? What is algebraic reasoning? In J. J. Kaput, D. W. Carraher, & M. L. Blanton (Eds.), *Algebra in the early grades* (pp. 5–17). Lawrence Erlbaum / Taylor & Francis.

Kieran, C. (2022). The multi-dimensionality of early algebraic thinking: background, overarching dimensions, and new directions. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, *54*(6), 1131–1150. https://doi.org/10.1007/s11858-022-01435-6

Martins, R., Viseu, F., & Rocha, H. (2023). Functional Thinking: A Study with 10th-Grade Students. *Education Sciences*, *13*(4), 335. https://doi.org/10.3390/educsci13040335

Maudy, S. Y., Suryadi, D., Prabawanto, S., & Suhendra. (2022). Algebra ideas in early grades. *AIP Conference Proceedings*. https://doi.org/10.1063/5.0102778

Monariska, E., Jusniani, N., & Sapitri, N. H. (2021). Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP melalui Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Match Mine. *PRISMA*, *10*(1), 130–140. https://doi.org/10.35194/jp.v10i1.1228

OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Pinto, E., Cañadas, M. C., & Moreno, A. (2022). Functional Relationships Evidenced and Representations Used by Third Graders Within a Functional Approach to Early Algebra. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *20*(6), 1183–1202. https://doi.org/10.1007/s10763-021-10183-0

Ramanda, A., & Rahaju, E. B. (2024). Kemampuan Berpikir Aljabar Siswa SMP dalam Menyelesaikan Masalah Relasi dan Fungsi Ditinjau dari Perbedaan Jenis Kelamin. *MATHEdunesa*, *13*(3), 846–859. https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v13n3.p846-859

Septian, A., Fahrisyal, M. L., & Jusniani, N. (2022). Pengembangan GeoGebra Classroom pada Materi Transformasi Geometri. *PRISMA*, *11*(2), 504–514. https://doi.org/10.35194/jp.v11i2.2483

Setiawan, E., Jusniani, N., & Sutandi, A. (2021). Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Interpolasi Berdasarkan Analisis Kesalahan Newman. *PRISMA*, *10*(2), 221–233. https://doi.org/10.35194/jp.v10i2.1596

Setiawan, E., Jusniani, N., Komala, E., & Monariska, E. (2022). Pengaruh Pembelajaran Group Investigation dan Motivasi Belajar terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. Prisma, 11(1), 140 153. https://doi.org/10.35194/jp.v11i1.2087

Sibgatullin, I. R., Korzhuev, A. V, Khairullina, E. R., Sadykova, A. R., Baturina, R. V, & Chauzova, V. (2022). A Systematic Review on Algebraic Thinking in Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *18*(1), em2065. https://doi.org/10.29333/ejmste/11486

Stephens, M., Day, L., & Horne, M. (2021). An empirically based practical learning progression for generalisation, an essential element of algebraic reasoning. *Australian Journal of Education*, *65*(3), 313–328. https://doi.org/10.1177/00049441211044798

Sumpter, L., & Blomqvist, A. (2025). What is functional thinking ? Using cosine similarity matrix in a semantic ontological analysis. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, *20*(1), em0804. https://doi.org/10.29333/iejme/15679

Sugiarni, R., Herman, T., Suryadi, D., Prabawanto, S., & Jusniani, N. (2025). Learning Obstacle of Proportion Learning Based on Proposional Reasoning Level: A Case Study Pre-Service Mathematics Teachers. Jurnal Elemen, 11(1), 87–107. https://doi.org/10.29408/jel.v11i1.27418

Utami, N. S., Prabawanto, S., & Dahlan, J. A. (2023). An analysis of mathematics textbook of Indonesian curriculum based on functional thinking framework. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education*, *8*(4), 199–212. https://doi.org/10.23917/jramathedu.v8i4.1928

Wei, H., Bos, R., & Drijvers, P. (2025). A digital-embodied design for functional

thinking in the classroom. *Mathematical Thinking and Learning*, *28*(4), 539–569. https://doi.org/10.1080/10986065.2025.2493375