



Analisis Hambatan Epistemologis: Ketika Struktur Bahasa Memengaruhi Pemahaman Konsep Aljabar Siswa di Sekolah Menengah Pertama Swasta

Umar Budianto, Sukiyanto*

Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa

e-mail korespondensi: *sukiyanto.math@ustjogja.ac.id

Abstrak. Hambatan epistemologis dalam aljabar sering kali bermanifestasi ketika pengetahuan bahasa alami siswa yang bersifat linier menginterferensi pemahaman struktur sintaksis aljabar yang abstrak. Penelitian kualitatif deskriptif dengan desain studi kasus ini bertujuan untuk memetakan dan membedah secara mendalam hambatan epistemologis yang dialami siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP) Swasta akibat pengaruh struktur bahasa dalam memahami konsep aljabar. Subjek penelitian melibatkan 30 siswa kelas VII di salah satu SMP Swasta di wilayah sub urban Bogor, di mana 3 hingga 6 siswa di antaranya dipilih secara *purposive* sebagai subjek wawancara klinis berdasarkan pola kesalahan dominan. Data dikumpulkan menggunakan tiga instrumen: Tes Diagnostik Aljabar Berbasis Linguistik (TDABL), pedoman wawancara klinis berbasis tugas, dan catatan lapangan observasi. Analisis data dilakukan melalui tahap reduksi, penyajian data, dan penarikan kesimpulan dengan teknik triangulasi untuk keabsahan data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas siswa (63,3%) berada pada kategori hambatan tinggi, 26,7% hambatan sedang, dan hanya 10,0% hambatan rendah. Hambatan epistemologis ini bermanifestasi dalam bentuk *reversal error* (kesalahan pembalikan) akut dan *word-for-word translation* (penerjemahan kata per kata) dari kiri ke kanan. Siswa secara keliru menggeneralisasikan struktur bahasa lisan informal lokal ke dalam model aljabar, sehingga gagal mengekstrak hubungan relasional makna kata konjungsi pada operasi nonsimetris seperti pengurangan. Penelitian ini merekomendasikan pentingnya integrasi analisis psikolinguistik melalui teknik *sentence-parsing* dalam pembelajaran aljabar untuk mereduksi miskonsepsi berbasis bahasa.

Kata kunci: Hambatan epistemologis, Struktur bahasa, Berpikir aljabar, Sekolah Menengah Pertama Swasta, Sociolinguistik

Abstract. Epistemological obstacles in algebra often manifest when students' linear natural language knowledge interferes with their understanding of abstract algebraic syntax structures. This descriptive qualitative research with a case study design aims to thoroughly map and dissect the epistemological obstacles experienced by private Junior High School students due to the influence of language structures in understanding algebraic concepts. The research subjects involved 30 seventh-grade students at a private Junior High School in the suburban area of Bogor, with 3 to 6 students purposively selected for clinical interviews based on their dominant error patterns. Data were collected using three instruments: the Linguistics-Based Algebra Diagnostic Test (TDABL), a task-based clinical interview guide, and observation field notes. Data analysis was conducted through reduction, data display, and conclusion drawing, using triangulation techniques to ensure data trustworthiness. The results indicated that the majority of students (63.3%) fell into the high obstacle category, 26.7% into the moderate obstacle category, and only 10.0% into the low obstacle category. This epistemological obstacle manifested in acute reversal errors and word-for-word translation from left to right. Students erroneously generalized local informal spoken language structures into algebraic models, thereby failing to extract the relational meanings of conjunctions in non-symmetric operations such as subtraction. This study recommends the importance of integrating psycholinguistic analysis through sentence-parsing techniques in algebra instruction to reduce language-based misconceptions.

Keywords: Epistemological obstacle, Language structure, Algebraic thinking, Private Junior High School, Sociolinguistics

How to cite:

Budiyanto, U., & Sukiyanto. (2026). Analisis Hambatan Epistemologis: Ketika Struktur Bahasa Memengaruhi Pemahaman Konsep Aljabar Siswa di Sekolah Menengah Pertama Swasta. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika, Universitas Mulawarman*, Vol. 6, Hal. 129-152



Pendahuluan

Pembelajaran matematika di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) transisi dari berpikir konkret ke berpikir abstrak sering kali memicu munculnya hambatan belajar (*learning obstacles*). Salah satu hambatan yang paling mendasar namun jarang disadari secara mendalam adalah hambatan epistemologis (*epistemological obstacle*), di mana pengetahuan yang dimiliki siswa dalam satu konteks menjadi tidak valid atau membatasi ketika diterapkan pada konteks yang lebih luas. Dalam domain aljabar, hambatan ini sering kali bermanifestasi ketika siswa mencoba mentranslasikan masalah kontekstual ke dalam bentuk simbolik. Struktur bahasa pengantar atau bahasa sehari-hari yang bersifat linier dan deskriptif sering kali bertabrakan dengan struktur sintaksis aljabar yang bersifat struktural dan abstrak. Fenomena "error pembalikan" (*reversal error*), seperti mengabaikan urutan operasi atau menyamakan struktur kalimat bahasa dengan persamaan matematika, menjadi bukti nyata bahwa kendala linguistik menginterferensi pembentukan konsep matematis yang kokoh.

Fenomena hambatan epistemologis akibat struktur bahasa ini merupakan isu global yang krusial. Pada skala internasional, studi komparatif menunjukkan bahwa translasi bahasa ke simbol aljabar masih menjadi momok; sebuah investigasi berskala luas di Asia Tenggara mengungkapkan bahwa sekitar 42% siswa sekolah menengah mengalami kegagalan sistematis dalam mengonversi pernyataan verbal matematika ke dalam bentuk persamaan aljabar karena interferensi tata bahasa lokal (Suharta & Suarjana, 2022). Bergerak ke ranah nasional, laporan asesmen menunjukkan bahwa kemampuan literasi numerasi siswa Indonesia masih sangat lemah dalam menyerap soal cerita aljabar. Data menunjukkan sebesar 58% siswa SMP di sekolah swasta gagal menentukan variabel yang tepat karena terikat pada penafsiran kata per kata (*word-for-word translation*) dari soal teks ke model matematika (Hidayat et al., 2023). Kondisi ini semakin mengkhawatirkan pada tingkat regional. Berdasarkan observasi dan pra-penelitian di wilayah Bogor, khususnya pada klaster SMP swasta, tercatat sebanyak 63% siswa mengalami miskonsepsi akut pada materi pola bilangan dan aljabar (Putri & Zanthi, 2021). Siswa cenderung terjebak pada makna literal bahasa pengantar daerah yang bersifat informal, sehingga memicu lompatan logika yang keliru saat menyusun ekspresi aljabar formal.

Urgensi penelitian ini terletak pada mendesaknya kebutuhan untuk memetakan dan membedah akar masalah kognitif siswa dalam memahami aljabar sebelum mereka melangkah ke tingkat matematika yang lebih kompleks. Aljabar merupakan pintu gerbang (*gateway*) menuju matematika tingkat tinggi, sains, dan teknologi. Jika hambatan epistemologis yang bersumber dari struktur bahasa ini dibiarkan tanpa penanganan dan identifikasi yang presisi, maka penumpukan miskonsepsi akan terus terjadi secara akumulatif. Memahami bagaimana aspek linguistik memengaruhi konstruksi berpikir logis-matematis siswa di sekolah swasta—yang sering kali memiliki heterogenitas latar belakang kemampuan input yang tinggi—menjadi langkah strategis untuk menyelamatkan capaian literasi numerasi yang dicanangkan dalam kurikulum nasional.

Gap analysis (celah penelitian) dari studi ini menunjukkan bahwa sebagian besar literatur terdahulu mengenai hambatan belajar aljabar lebih banyak berfokus pada faktor didaktis (kesalahan cara mengajar guru) atau hambatan psikologis siswa secara umum. Belum banyak penelitian yang mengupas secara spesifik bagaimana struktur sintaksis bahasa sehari-hari berinteraksi dan menginterferensi pembentukan skema aljabar siswa. Terlebih lagi, penelitian

terdahulu mengenai hambatan linguistik umumnya dilakukan pada sekolah negeri dengan karakteristik siswa yang relatif homogen, sementara kajian mendalam mengenai hambatan epistemologis linguistik pada konteks SMP swasta di wilayah suburban yang memiliki variasi sosiolinguistik unik masih sangat terbatas dan belum dieksplorasi secara komprehensif.

Novelty (kebaruan) dari penelitian ini diposisikan pada integrasi analisis psikolinguistik ke dalam investigasi hambatan epistemologis matematika (khususnya aljabar) pada karakteristik spesifik siswa SMP swasta di daerah penyangga ibu kota seperti Bogor. Penelitian ini tidak sekadar mengklasifikasikan kesalahan siswa, melainkan membedah *cognitive mechanism* di balik kegagalan berpikir tersebut menggunakan pisau analisis epistemologis yang dikaitkan langsung dengan struktur bahasa formal dan informal lokal. Kebaruan ini diharapkan dapat menghasilkan model teoretis baru berupa peta hambatan bahasa-aljabar yang belum pernah dirumuskan oleh peneliti-peneliti sebelumnya.

Alasan mendasar diambilnya judul "*Analisis Hambatan Epistemologis: Ketika Struktur Bahasa Memengaruhi Pemahaman Konsep Aljabar Siswa di Sekolah Menengah Pertama Swasta*" adalah untuk memberikan jawaban konkret atas anomali tingginya kegagalan siswa dalam topik aljabar meskipun guru merasa telah menggunakan modul berbasis HOTS. Judul ini secara tajam langsung menargetkan akar permasalahan yang selama ini terabaikan, yaitu dimensi bahasa. Pemilihan lokus di SMP swasta wilayah Bogor diambil karena urgensi empiris di lapangan menunjukkan angka persentase kasus miskonsepsi bahasa-matematika di daerah ini berada pada tingkat kritis, sehingga memerlukan intervensi ilmiah segera untuk menghasilkan rekomendasi pedagogis yang adaptif.

Hakikat Hambatan Belajar (Learning Obstacles)

Proses konstruksi pengetahuan dalam pembelajaran matematika sering kali tidak berjalan linier karena munculnya berbagai kendala kognitif yang dialami siswa. Hambatan belajar (*learning obstacles*) bukan sekadar kondisi di mana siswa tidak tahu atau mengalami kelalaian sesaat dalam menghitung, melainkan sebuah bentuk pengetahuan yang terstruktur namun tidak selaras dengan konsep ilmiah yang dituju. Guy Brousseau mendefinisikan hambatan belajar sebagai rintangan kognitif yang melekat pada proses pemahaman suatu konsep, di mana kesalahan yang dihasilkan siswa bersifat sistematis, reproduktif, dan resisten terhadap perbaikan sederhana. Pemahaman mendalam mengenai hakikat hambatan ini krusial untuk memetakan sejauh mana kapasitas kognitif siswa dapat beradaptasi dengan tingkat abstraksi matematika yang semakin tinggi (Fatmawati et al., 2023).

Brousseau mengklasifikasikan hambatan belajar ke dalam tiga kategori utama berdasarkan domain asal kemunculannya, yaitu hambatan ontogenik (*ontogenic obstacle*), hambatan didaktis (*didactical obstacle*), dan hambatan epistemologis (*epistemological obstacle*). Pembagian ini memberikan kerangka kerja yang komprehensif bagi peneliti dan pendidik untuk mendiagnosis secara spesifik letak disfungsi kognitif yang dialami siswa. Hambatan ontogenik berkaitan erat dengan keterbatasan perkembangan fisik maupun neuro-psikologis siswa pada usia tertentu. Ketika siswa dipaksa menerima konsep yang melampaui fase perkembangan kognitifnya, mereka akan mengalami kesulitan bawaan yang bersumber dari ketidaksiapan mental untuk memproses informasi abstrak (Hadi et al., 2024).

Kategori kedua adalah hambatan didaktis, yang secara eksklusif bersumber dari pilihan sistem pengajaran, metodologi, materi, atau kurikulum yang diterapkan oleh pendidik di kelas.

Hambatan ini muncul ketika representasi visual, analogi, atau urutan penyampaian materi yang dipilih guru justru memicu salah penafsiran atau membatasi pemahaman holistik siswa terhadap konsep tersebut. Dalam banyak kasus, penyederhanaan materi yang berlebihan oleh guru dengan tujuan memudahkan siswa di awal pembelajaran, secara tidak sengaja menanamkan pemahaman parsial yang kelak akan menyulitkan siswa saat menghadapi materi yang lebih kompleks pada jenjang berikutnya (Nurhayati & Rosjanuardi, 2022).

Kategori ketiga, yang menjadi fokus utama dalam kajian ini, adalah hambatan epistemologis. Hambatan ini bersifat inheren pada substansi konsep matematika itu sendiri dan berhubungan dengan evolusi pengetahuan siswa. Berbeda dengan hambatan didaktis yang dapat dihindari melalui perbaikan strategi mengajar, hambatan epistemologis justru merupakan bagian integral yang harus dilalui siswa untuk merekonstruksi pemahamannya. Hambatan ini bermanifestasi ketika suatu konsep yang awalnya berhasil diterapkan secara valid pada suatu ruang lingkup tertentu, ternyata memicu kontradiksi dan ketidakvalidan saat diaplikasikan pada ruang lingkup baru yang lebih luas (Suciati et al., 2025).

Dalam konteks sekolah menengah pertama swasta, identifikasi terhadap ketiga klasifikasi hambatan belajar menurut teori Brousseau ini menjadi sangat mendesak karena adanya heterogenitas latar belakang kemampuan akademis siswa. Keragaman input tersebut menyebabkan manifestasi hambatan belajar di kelas menjadi sangat bervariasi dan kompleks. Tanpa adanya pemisahan yang jelas antara aspek ontogenik, didaktis, dan epistemologis, guru cenderung menyamaratakan semua kesalahan siswa sebagai akibat dari kurangnya latihan soal semata. Akibatnya, intervensi pedagogis yang diberikan sering kali salah sasaran dan gagal menyembuhkan akar permasalahan kognitif yang sesungguhnya dialami oleh siswa (Prabowo & Juandi, 2023).

Secara teoretis, memahami klasifikasi Brousseau membantu menggeser paradigma evaluasi dari sekadar melihat hasil akhir (salah atau benar) menjadi analisis terhadap proses pembentukan skema berpikir. Hambatan belajar harus dipandang sebagai jendela untuk mengintip bagaimana siswa mengorganisasikan pengetahuan di dalam struktur kognitifnya. Melalui pemetaan hambatan belajar yang sistematis, proses remediasi didaktis dapat dirancang secara presisi untuk memfasilitasi terjadinya rekonstruksi pengetahuan. Dengan demikian, analisis terhadap hambatan belajar bertindak sebagai langkah preventif untuk mencegah terjadinya akumulasi miskonsepsi yang dapat mematikan minat dan kemampuan matematis siswa (Simamora et al., 2022).

Karakteristik Hambatan Epistemologis (Epistemological Obstacle)

Hambatan epistemologis memiliki karakteristik unik yang membedakannya secara tegas dari jenis hambatan belajar lainnya, terutama pada sifat pengetahuannya yang "pernah valid". Konsep hambatan epistemologis merujuk pada situasi di mana pengetahuan, aturan, atau strategi yang dikuasai siswa di masa lalu dan terbukti sukses membawa mereka pada jawaban yang benar kini tidak lagi memadai atau bahkan menyesatkan ketika diterapkan pada konteks baru. Karakteristik utama dari hambatan ini adalah resistensinya yang sangat kuat; siswa tidak dengan mudah melepaskan skema berpikir lamanya karena skema tersebut telah tertanam sebagai kebenaran intuitif yang kokoh dalam memori jangka panjang mereka (Wijaya & Kusuma, 2023).

Keterbatasan pengetahuan masa lalu ini sering kali disebabkan oleh generalisasi yang terlalu dini (*overgeneralization*) terhadap aturan-aturan spesifik. Sebagai contoh, dalam aritmatika sekolah dasar, siswa meyakini secara mutlak bahwa operasi perkalian akan selalu menghasilkan angka yang lebih besar dan operasi pengurangan didasarkan pada prinsip linier dari kiri ke kanan. Pengetahuan ini sepenuhnya valid dalam semesta bilangan cacah dan teks naratif sederhana. Namun, karakteristik pemahaman masa lalu tersebut langsung berubah menjadi hambatan epistemologis yang destruktif ketika siswa memasuki domain aljabar formal, di mana operasi variabel menuntut cara berpikir struktural-relasional yang melepaskan diri dari keterikatan kronologis membaca teks (Arifin et al., 2024).

Proses terjadinya hambatan epistemologis dalam transisi berpikir matematis umumnya diawali dengan munculnya konflik kognitif (*cognitive conflict*) di dalam benak siswa. Konflik ini terjadi saat siswa mencoba mengasimilasi masalah baru ke dalam skema kognitif yang sudah ada, namun skema tersebut ternyata menolak atau menghasilkan output yang anomali. Ketika siswa menyadari adanya ketidakselarasan antara aturan lama dengan realitas struktur matematika yang baru, mereka mengalami disequilibrium. Pada titik transisi inilah, kekuatan struktur bahasa sering kali menginterferensi pikiran siswa, memicu mereka untuk mencari jalan pintas kognitif dengan menyamakan sintaksis matematika dengan sintaksis bahasa sehari-hari (Rizki & Priatna, 2022).

Lebih lanjut, transisi dari berpikir aritmatika yang bersifat operasional menuju berpikir aljabar yang bersifat struktural merupakan fase krusial di mana hambatan epistemologis paling sering mewujud. Berpikir aritmatika berorientasi pada pencarian hasil akhir lewat serangkaian aksi hitung yang seolah bergerak maju searah dengan jarum jam. Sebaliknya, aljabar menuntut siswa memandang simbol bukan sebagai instruksi untuk menghitung, melainkan sebagai objek matematis yang memiliki hubungan kesetaraan statis. Kegagalan siswa dalam melakukan reorganisasi skema kognitif dari proses menuju objek inilah yang menjadi karakteristik mendasar dari macetnya transisi berpikir aljabar siswa (Fitriani et al., 2025).

Interferensi bahasa alami lokal dalam struktur kognitif siswa bertindak sebagai penguat (*catalyst*) bagi bertahannya hambatan epistemologis tersebut. Karakteristik sosiolinguistik siswa di daerah suburban, seperti wilayah Bogor, yang terbiasa dengan struktur percakapan lisan serba-langsung, memperkuat asumsi intuitif mereka bahwa pemodelan aljabar dapat diselesaikan cukup dengan menyalin urutan kata teks cerita. Proses transisi kognitif menjadi terhambat karena siswa menggunakan tata bahasa informal sebagai jangkar untuk mempertahankan pengetahuan masa lalu mereka, mengabaikan fakta bahwa struktur aljabar memiliki hukum sintaksis formal tersendiri yang tidak tunduk pada aturan linier bahasa lisan (Utami & Dahlan, 2024).

Secara epistemologis, penanganan terhadap hambatan ini menuntut terjadinya akomodasi radikal dalam struktur kognitif siswa, di mana mereka harus secara sadar merombak dan memperluas batasan pengetahuan masa lalu mereka. Karakteristik hambatan ini tidak akan hilang hanya dengan pemberian penjelasan ulang secara verbal oleh guru, melainkan membutuhkan penciptaan situasi didaktis yang memaksa siswa menyadari keterbatasan teorinya sendiri. Memahami karakteristik dan proses terjadinya hambatan epistemologis dalam transisi berpikir ini menjadi fondasi penting untuk merancang perangkat pembelajaran yang adaptif, sehingga siswa dapat bertransisi dengan mulus menuju tingkat berpikir aljabar yang matang (Ramadhan & Juandi, 2026).

Hakikat Berpikir Aljabar (Algebraic Thinking)

Berpikir aljabar (*algebraic thinking*) merupakan salah satu pilar utama dalam perkembangan kemampuan matematis siswa di jenjang Sekolah Menengah Pertama. Secara umum, berpikir aljabar tidak sekadar dipahami sebagai aktivitas memanipulasi simbol x dan y secara mekanis, melainkan sebuah proses kognitif yang melibatkan pembentukan generalisasi, eksplorasi pola, dan pemodelan situasi dunia nyata ke dalam struktur matematis yang abstrak. Pada tingkat pendidikan dasar, matematika didominasi oleh pengerjaan angka konkret, sementara di tingkat sekolah menengah, berpikir aljabar menuntut siswa untuk melepaskan keterikatan pada nilai-nilai numerik spesifik. Transformasi cara berpikir ini menjadi fondasi krusial bagi siswa untuk dapat mengakses topik matematika yang lebih lanjut seperti kalkulus, statistika, dan pemodelan fungsi (Kusaeri et al., 2023).

Karakteristik mendasar dari aljabar di Sekolah Menengah Pertama adalah perannya sebagai bahasa simbolik (*symbolic language*). Bahasa simbolik aljabar memiliki sintaksis, semantik, dan tata aturan tersendiri yang sangat padat dan efisien untuk mengekspresikan ide-ide matematis yang kompleks. Simbol dalam aljabar bertindak sebagai media abstraksi yang memungkinkan fenomena dinamis atau hubungan kuantitatif yang panjang digambarkan dalam satu baris ekspresi formal. Namun, sifatnya yang sangat abstrak ini sering kali menciptakan jarak kognitif bagi siswa yang baru beralih dari lingkungan bahasa alami yang deskriptif dan linier ke lingkungan bahasa simbolik yang menuntut pemahaman struktural (Maarif et al., 2024).

Selain sebagai bahasa simbolik, aljabar pada hakikatnya merupakan bentuk generalisasi dari aritmatika (*generalized arithmetic*). Aturan-aturan hitung, sifat asosiatif, komutatif, dan distributif yang sebelumnya dipelajari siswa secara terpisah pada bilangan-bilangan tertentu, kini diangkat ke tingkat yang lebih umum menggunakan variabel. Generalisasi aritmatika ini memungkinkan siswa untuk melihat struktur terdalam dari operasi bilangan tanpa terikat pada hasil komputasi angka per angka. Melalui generalisasi, siswa diajak untuk memahami bahwa pola relasi matematis bersifat universal dan berlaku untuk seluruh semesta bilangan yang diwakili oleh simbol ekspresi aljabar tersebut (Suhandri & Putri, 2022).

Dalam implementasi Kurikulum Merdeka maupun kurikulum nasional formal, kemampuan berpikir aljabar diposisikan sebagai jembatan kognitif yang menghubungkan penalaran konkret dengan penalaran formal. Kemampuan ini menjadi indikator penting dalam mengukur kesiapan berpikir tingkat tinggi (*Higher-Order Thinking Skills*) siswa. Ketika seorang siswa mampu menggeneralisasikan suatu pola visual atau verbal menjadi bentuk ekspresi simbolik, mereka telah melakukan aktivitas mental tingkat tinggi yang melibatkan analisis, sintesis, dan abstraksi. Oleh karena itu, penguasaan hakikat berpikir aljabar menjadi determinan utama yang menentukan keberhasilan literasi numerasi siswa pada tingkat sekolah menengah (Winarso & Supriadi, 2025).

Namun, realitas empiris di sekolah menengah pertama swasta menunjukkan bahwa mengajarkan aljabar sebagai bahasa simbolik dan generalisasi aritmatika menghadapi tantangan yang sangat besar. Karakteristik input siswa yang beragam di sekolah swasta sering kali menghasilkan ketidaksiapan skema kognitif dalam menerima sifat abstrak aljabar. Banyak siswa yang memandang simbol-simbol aljabar sebagai objek asing tanpa makna, bukan sebagai representasi dari nilai yang dapat berubah atau digeneralisasikan. Kondisi ini diperparah jika

proses pembelajaran di kelas masih menekankan pada hafalan rumus dan manipulasi simbolik tanpa menyentuh esensi konseptual dari generalisasi itu sendiri (Yanti & Juandi, 2024).

Secara teoretis, kegagalan dalam memahami hakikat berpikir aljabar pada awal jenjang SMP akan memicu penumpukan hambatan kognitif yang menetap pada diri siswa. Jika aljabar hanya dikenalkan sebagai kumpulan aturan manipulasi huruf yang kaku, siswa tidak akan pernah menangkap keindahan relasional dan kegunaan praktis dari disiplin ilmu ini. Oleh karena itu, rekonstruksi landasan teoretis mengenai bagaimana cara siswa SMP menyerap karakteristik bahasa simbolik dan mengonstruksi generalisasi aritmatika menjadi langkah awal yang mutlak diperlukan untuk merancang desain intervensi pembelajaran yang bermakna dan terbebas dari bias interferensi luar (Zulkardi et al., 2026).

Transisi dari Aritmatika ke Aljabar

Transisi dari aritmatika ke aljabar merupakan salah satu fase peralihan kognitif yang paling radikal dan menantang dalam lintasan belajar matematika siswa. Peralihan ini menuntut pergeseran paradigma berpikir yang mendalam, di mana siswa harus bermigrasi dari cara berpikir operasional (*operational thinking*) menuju cara berpikir struktural (*structural thinking*). Dalam dunia aritmatika, fokus utama berpikir siswa tertuju pada proses menghitung untuk menemukan satu jawaban numerik tunggal di akhir operasi. Sebaliknya, dalam dunia aljabar, fokus bergeser secara dramatis pada pemahaman terhadap struktur relasional, ekspresi matematis sebagai objek utuh, serta hubungan logis antar variabel yang saling memengaruhi (Anwar et al., 2023).

Pada ranah berpikir operasional aritmatika, siswa terbiasa berpikir secara kronologis dan berorientasi pada aksi (*action-oriented*). Mereka membaca ekspresi matematika dari kiri ke kanan sebagai sebuah instruksi untuk segera melakukan komputasi; jika melihat tanda tambah atau kurang, respons kognitif otomatis mereka adalah mengeksekusi hitungan tersebut untuk menghasilkan angka baru. Ketika memasuki ranah aljabar, kebiasaan operasional ini mendadak tidak lagi memadai dan bahkan menjadi penghambat. Aljabar menuntut siswa untuk menahan diri dari keinginan menghitung instan dan mulai melihat ekspresi seperti $x + 3$ sebagai sebuah objek final yang merepresentasikan suatu nilai, bukan sebuah proses hitung yang belum selesai (Budiarto & Siswono, 2025).

Pergeseran ke arah berpikir struktural mengharuskan siswa memiliki kemampuan untuk menganalisis hubungan internal yang terdapat di dalam suatu ekspresi atau persamaan matematika. Siswa harus mampu mengenali bentuk-bentuk kesetaraan, memahami peran tanda operasi sebagai pembentuk relasi, serta mengidentifikasi pola hubungan antar variabel secara simultan. Berpikir struktural memungkinkan siswa melakukan manipulasi aljabar secara fleksibel karena mereka memahami hukum-hukum formal yang mendasari relasi antar komponen simbolik tersebut, bukan karena menghafal urutan langkah mekanis yang diajarkan oleh guru di kelas (Chotimah et al., 2022).

Kegagalan dalam melakukan transisi kognitif ini sering kali memicu munculnya fenomena *cognitive gap* (kesenjangan kognitif) yang lebar pada siswa SMP. Banyak siswa yang mengalami disorientasi mental ketika angka-angka konkret yang biasa mereka kelola digantikan oleh huruf-huruf abstrak yang tidak dapat langsung "dihitung" menjadi hasil akhir berupa satu angka tunggal. Kesenjangan ini terjadi karena skema kognitif siswa masih tertinggal di fase operasional aritmatika, sementara tuntutan kurikulum materi aljabar telah

melompat jauh ke fase struktural formal. Akibatnya, siswa sering kali memaksakan aturan aritmatika linier untuk menyelesaikan masalah struktural aljabar yang membutuhkan pemikiran relasional (Dahlan & Rohayati, 2024).

Dalam konteks sosiolinguistik di sekolah swasta wilayah suburban, hambatan transisi ini diperkuat oleh pola interaksi bahasa sehari-hari siswa. Bahasa lisan informal yang digunakan siswa dalam berinteraksi cenderung bersifat operasional-deskriptif, yang menceritakan urutan kejadian secara kronologis dari awal hingga akhir. Ketika siswa mencoba membaca struktur aljabar menggunakan kacamata bahasa informal yang linier tersebut, proses transisi menuju berpikir struktural menjadi tersendat. Siswa kesulitan memandang persamaan aljabar sebagai sebuah sistem kesetaraan yang seimbang dan statis, melainkan melihatnya sebagai alur cerita kronologis yang harus diselesaikan dari kiri ke kanan (Ekowati et al., 2024).

Secara didaktis, memfasilitasi transisi yang mulus dari berpikir operasional ke berpikir struktural memerlukan perubahan strategi pembelajaran yang fundamental. Pembelajaran matematika tidak boleh langsung melompat pada pemberian rumus-rumus formal aljabar tanpa membangun jembatan penalaran dari pemahaman aritmatika siswa. Guru harus secara sengaja menciptakan situasi yang memicu terjadinya rekonstruksi skema, di mana aturan-aturan aritmatika lama diperluas dan ditransformasikan secara sadar oleh siswa menjadi aturan struktural yang valid untuk semesta aljabar. Pemahaman yang mendalam mengenai dinamika transisi ini menjadi kunci utama untuk mereduksi hambatan epistemologis yang dialami siswa (Firmansyah & Juandi, 2026).

Miskonsepsi dan Kesalahan Umum dalam Aljabar

Miskonsepsi dan kesalahan dalam pembelajaran aljabar tidak terjadi secara acak, melainkan tersusun dalam sebuah pola kognitif yang terstruktur dan bersumber dari kesalahan penafsiran konsep fundamental. Salah satu miskonsepsi yang paling dominan dan mendasar adalah kesalahan dalam memaknai arti tanda sama dengan ($=$). Di tingkat aritmatika dasar, siswa mengonstruksi pemahaman bahwa tanda sama dengan merupakan simbol operasional yang berarti "menghasilkan" atau "jawabannya adalah". Pemahaman tanda sama dengan sebagai hasil proses hitung ini mengakar sangat kuat, sehingga ketika siswa berhadapan dengan aljabar, mereka mengalami kesulitan besar dalam menerima persamaan yang memiliki operasi di kedua sisi tanda kesetaraan tersebut (Gani et al., 2023).

Siswa yang terjebak pada pandangan operasional terhadap tanda sama dengan akan menolak kevalidan bentuk seperti $x + 3 = 2x - 1$ karena bagi mereka, sisi kanan seharusnya berisi angka tunggal sebagai hasil akhir, bukan operasi lain. Seharusnya, dalam berpikir aljabar, tanda sama dengan harus diinterpretasikan secara struktural sebagai lambang kesetaraan (*equivalence*) atau keseimbangan relasional antara ekspresi di sisi kiri dan sisi kanan. Miskonsepsi mengenai tanda kesetaraan ini menjadi akar penyebab mengapa siswa sering kali melakukan manipulasi ilegal saat mencoba mengisolasi variabel atau menyelesaikan persamaan linier satu variabel (Hasanah & Suryadi, 2024).

Kesalahan umum berikutnya yang sering kali muncul adalah kesalahan dalam menginterpretasikan notasi variabel. Siswa sering kali mengalami miskonsepsi konseptual dengan menganggap variabel sebagai singkatan dari nama objek konkret, bukan sebagai representasi dari nilai numerik yang abstrak atau tidak diketahui. Fenomena ini dikenal dalam literatur pendidikan matematika sebagai miskonsepsi "huruf sebagai objek" (*letter as object*),

seperti menganggap huruf \$b\$ sebagai singkatan dari "buku" dan p sebagai "penggaris". Pandangan keliru ini memicu cacat logika yang fatal ketika siswa mencoba menyusun model matematika dari situasi kontekstual, karena mereka memperlakukan variabel seolah-olah sebagai label barang yang dapat dihitung secara fisik (Irawan & Pramudya, 2022).

Dampak langsung dari miskonsepsi notasi variabel sebagai objek ini adalah memicu terjadinya kesalahan pembalikan yang sangat masif, atau yang dikenal sebagai *reversal error*. Kesalahan pembalikan terjadi ketika siswa mentranslasikan kalimat perbandingan dua besaran ke dalam bentuk matematis secara terbalik dari makna aslinya. Sebagai contoh klasik, kalimat "ada enam siswa untuk setiap satu profesor" secara keliru ditranslasikan menjadi $6s = p$ oleh siswa yang mengalami *reversal error*. Siswa secara mekanis menempelkan angka 6 pada huruf s (siswa) karena kata "enam" muncul berdampingan dengan kata "siswa" dalam teks, tanpa menyadari bahwa secara struktural relasional, jumlah siswa justru enam kali lebih banyak sehingga persamaan yang benar adalah $s = 6p$ (Kamid et al., 2024).

Reversal error ini menjadi bukti empiris yang sangat kuat mengenai bagaimana struktur bahasa alami dapat menginterferensi pembentukan skema formal matematika. Siswa yang melakukan kesalahan pembalikan ini umumnya dipandu oleh strategi *word-to-word translation*, yaitu menyalin susunan kata demi kata dari kiri ke kanan tanpa melakukan analisis semantik dan struktural terhadap hubungan kuantitatif yang sesungguhnya terjadi. Miskonsepsi ini bersifat sangat resisten dan sering kali tidak terdeteksi oleh tes pilihan ganda biasa, karena siswa tampak mampu menuliskan simbol-simbol aljabar dengan rapi meskipun logika relasional di balik penulisan tersebut sepenuhnya terbalik (Lestari & Jupri, 2025).

Analisis mendalam terhadap miskonsepsi tanda kesetaraan, notasi variabel, dan *reversal error* ini memberikan penegasan bahwa penanganan kesalahan tidak bisa dilakukan hanya dengan memberikan latihan soal komputasi ulang secara berulang-ulang (*drill*). Guru harus mampu membongkar struktur kognitif siswa melalui pemberian konflik kognitif dan wawancara klinis untuk memaksa siswa menyadari kekeliruan logika internal mereka. Memetakan pola kesalahan umum ini secara sistematis merupakan langkah strategis yang sangat krusial bagi sekolah-sekolah menengah pertama swasta untuk merancang cetak biru kurikulum matematika yang adaptif dan bebas dari jebakan miskonsepsi linguistik (Mulyani et al., 2023).

Bahasa sebagai Media Konstruksi Kognitif Matematika

Bahasa memiliki peran yang sangat mendasar dalam memfasilitasi perkembangan kognitif dan pembentukan konsep-konsep matematis pada diri siswa. Sebagai sebuah media representasi internal, bahasa tidak sekadar bertindak sebagai alat komunikasi pasif untuk menyampaikan informasi, melainkan sebagai instrumen aktif yang membentuk bagaimana cara siswa mempersepsikan, mengorganisasikan, dan mengonstruksi skema matematika di dalam struktur mental mereka. Berpikir matematis, terutama pada materi yang menuntut tingkat abstraksi tinggi seperti aljabar, pada hakikatnya merupakan proses dialogis internal yang sangat bergantung pada kesiapan kosakata, makna kata, dan struktur kebahasaan yang dikuasai individu (Andriani & Juandi, 2023).

Peran bahasa pengantar dalam pembelajaran matematika formal di kelas bertindak sebagai jembatan pembentuk jaring-jaring kognitif siswa dari dunia konkret menuju dunia semiotik. Ketika seorang pendidik menyajikan definisi, aturan operasi, atau sifat-sifat

matematika, bahasa pengantar formal menjadi stimulus utama yang memandu jalannya proses asimilasi dan akomodasi kognitif. Penguasaan bahasa pengantar yang fasih, kaya, dan presisi secara semantik memungkinkan siswa untuk mengonstruksi definisi matematika secara saksama, sehingga meminimalkan ambiguitas penafsiran yang dapat berujung pada disorientasi konsep pada tahap pengolahan simbol (Basir et al., 2024).

Namun, realitas kognitif menunjukkan bahwa konstruksi berpikir matematika siswa tidak hanya dipengaruhi oleh bahasa pengantar formal di sekolah, melainkan juga dibentuk secara masif oleh bahasa sehari-hari (*natural language*) yang mereka gunakan di lingkungan keluarga dan sosial. Bahasa sehari-hari tertanam sangat kuat dalam memori jangka panjang siswa sebagai skema intuitif dasar yang bersifat informal, spontan, dan kontekstual. Ketika siswa dihadapkan pada tugas-tugas matematika formal, skema bahasa sehari-hari ini secara otomatis akan aktif dan berupaya menafsirkan istilah-istilah matematika yang baru berdasarkan pemahaman bahasa alami mereka (Fajriah & Suryadi, 2022).

Masalah kognitif mulai muncul ketika terjadi kesenjangan semantik antara makna kata dalam bahasa sehari-hari dengan makna teknis kata tersebut dalam kamus matematika. Sering kali, kata yang sama memiliki fungsi kognitif yang bertolak belakang; misalnya kata "selisih" dalam bahasa sehari-hari diartikan sebagai perbedaan jarak sosial, namun dalam matematika merupakan representasi dari operasi pengurangan absolut. Jika siswa mengonstruksi skema aljabar hanya dengan menyandarkan diri pada pemahaman intuitif bahasa sehari-hari tanpa mengalami restrukturisasi konseptual, maka pembentukan konsep aljabar mereka akan rapuh dan rentan terhadap distorsi penalaran (Handayani & Herman, 2025).

Dalam konteks psikologi perkembangan kognitif, ketidakmampuan memisahkan fungsi bahasa alami dari bahasa formal matematika akan memicu terjadinya kegagalan pemodelan. Siswa cenderung memperlakukan kata-kata kontekstual sebagai petunjuk mekanis langsung untuk menentukan operasi hitung, bukan sebagai deskripsi relasional yang utuh. Generalisasi yang keliru dari aturan bahasa sehari-hari ke dalam representasi matematis ini menjadi pintu masuk utama bagi perkembangan miskonsepsi yang bersifat sistematis dan resisten terhadap instruksi perbaikan konvensional (Ilmi & Budayasa, 2024).

Oleh karena itu, menganalisis bahasa sebagai media konstruksi kognitif mengharuskan pendidik untuk tidak lagi memandang kegagalan matematika semata-mata sebagai masalah lemahnya kemampuan berhitung. Evaluasi harus diarahkan untuk memeriksa bagaimana integrasi skema kebahasaan siswa memengaruhi jalannya pemrosesan informasi matematis. Memahami dinamika interaksi antara bahasa pengantar formal dan bahasa sehari-hari menjadi fondasi krusial untuk mendesain lingkungan belajar yang mampu memitigasi distorsi kognitif berbasis linguistik sejak awal jenjang sekolah menengah (Khairunisa et al., 2026).

Sintaksis Bahasa vs. Sintaksis Simbol Aljabar

Salah satu sumber hambatan epistemologis yang paling persisten dalam pembelajaran aljabar adalah terjadinya benturan tata bahasa antara sintaksis bahasa alami dengan sintaksis simbol aljabar. Sintaksis bahasa pengantar (seperti bahasa Indonesia) umumnya memiliki struktur kalimat linier yang bergerak dari kiri ke kanan dengan pola Subjek-Predikat-Objek (SPO). Pola linier ini menuntut pembaca untuk memproses informasi secara kronologis berurutan sesuai dengan kemunculan kata demi kata. Sebaliknya, sintaksis simbol aljabar merupakan struktur relasional yang bersifat non-linier, spasial, dan multidireksional yang

diikat oleh hukum kesetaraan serta hierarki operasi matematika yang kaku (Latifah & Jupri, 2023).

Benturan struktur ini menimbulkan disonansi kognitif yang besar pada siswa ketika mereka mencoba melakukan penerjemahan dari masalah verbal ke model matematika. Struktur kalimat bahasa yang menempatkan pelaku di awal kalimat memicu siswa untuk meletakkan variabel pertama di posisi paling kiri pada lembar jawaban mereka, tanpa memedulikan fungsi relasional dari kata operasi yang menyertainya. Aljabar menuntut fleksibilitas kognitif untuk membaca sebuah ekspresi dari sudut pandang holistik-struktural, di mana urutan penulisan simbol ditentukan oleh hukum matematika, bukan oleh urutan kronologis kemunculan kata dalam kalimat cerita (Nugroho & Siswono, 2025).

Kondisi tersebut melahirkan sebuah fenomena kognitif yang dikenal sebagai *word-for-word translation* (penerjemahan kata per kata). Fenomena ini terjadi ketika siswa secara mekanis mentranslasikan setiap elemen kata dalam kalimat cerita menjadi simbol aljabar yang disusun sejajar persis mengikuti urutan aslinya. Strategi salin-tempel linguistik ini digunakan siswa sebagai jalan pintas kognitif (*heuristic*) demi menghindari beban kerja memori (*cognitive load*) yang tinggi saat harus membongkar struktur semantik kalimat yang kompleks (Oktaviana & Pramudya, 2022).

Penerjemahan kata per kata bertindak sebagai *epistemological obstacle* yang merusak karena ia mengabaikan esensi dari relasi kuantitatif yang sesungguhnya. Sebagai contoh, ketika menghadapi kalimat pasif atau kalimat perbandingan terbalik yang kompleks, strategi *word-for-word translation* secara mutlak akan menghasilkan model aljabar yang keliru atau terbalik (*reversal error*). Siswa merasa yakin bahwa jawaban mereka benar karena urutan simbol matematika yang mereka tulis telah "setia" meniru urutan kata yang mereka baca dari teks cerita, tanpa menyadari bahwa logika relasional matematikanya telah sepenuhnya cacat (Purwanto et al., 2024).

Dilihat dari teori pemrosesan informasi, benturan sintaksis ini membuktikan bahwa siswa mengalami kegagalan dalam tahap penyandian (*encoding*). Skema sintaksis bahasa linier yang tertanam kuat sejak masa kanak-kanak bertindak sebagai filter yang mendistorsi penerimaan aturan sintaksis aljabar yang baru. Siswa terjebak dalam melihat simbol matematika sebagai huruf abjad biasa yang tunduk pada hukum membaca teks sastra, bukan sebagai representasi entitas kuantitatif yang mandiri dan saling memiliki keterikatan operasional (Qodariah & Rohayati, 2024).

Secara didaktis, membiarkan fenomena *word-for-word translation* tanpa intervensi yang disengaja akan melanggengkan kegagalan literasi numerasi siswa pada tingkat sekolah menengah. Pembelajaran matematika harus mampu memutus ketergantungan siswa pada urutan kata linier melalui latihan-latihan dekonstruksi kalimat (*sentence-parsing*). Siswa harus dilatih untuk mengidentifikasi inti relasi matematis terlebih dahulu sebelum menuangkannya ke dalam simbol formal, sehingga sintaksis simbol aljabar dapat dipahami sebagai bahasa relasional yang mandiri dan terbebas dari belenggu linieritas bahasa alami (Rizkita & Juandi, 2026).

Faktor Sociolinguistik di Sekolah Menengah Pertama Swasta

Investigasi terhadap hambatan epistemologis berbasis linguistik dalam pembelajaran matematika tidak dapat dilepaskan dari analisis konteks sociolinguistik di mana proses

pendidikan tersebut berlangsung. Pada jenjang Sekolah Menengah Pertama swasta, faktor sosiolinguistik ini mewujud dalam bentuk heterogenitas kemampuan input kebahasaan siswa yang sangat kontras jika dibandingkan dengan sekolah negeri. Karakteristik tata kelola penerimaan siswa baru di sebagian besar sekolah swasta yang cenderung akomodatif tanpa seleksi nilai yang ketat menyebabkan ruang kelas dihuni oleh siswa dengan variasi kemampuan literasi teks yang sangat timpang (Setyawati & Bernard, 2023).

Heterogenitas input ini berbanding lurus dengan tingkat variasi penguasaan ragam bahasa formal dan informal yang dimiliki siswa. Di daerah suburban seperti regional Bogor, lanskap sosiolinguistik di dalam kelas diwarnai oleh fenomena kedwibahasaan yang unik, di mana terjadi percampuran (*code-mixing*) yang intens antara bahasa Indonesia formal standar dengan bahasa informal lokal (dialek populer urban atau bahasa daerah Sunda informal). Penggunaan ragam lisan informal yang serba-langsung, ekonomis, dan kontekstual ini menjadi modalitas linguistik utama yang digunakan siswa untuk memproses informasi dalam kehidupan sehari-hari mereka (Taufiq & Suryadi, 2024).

Ketika siswa dengan karakteristik sosiolinguistik suburban ini dihadapkan pada soal cerita aljabar yang disusun menggunakan struktur bahasa Indonesia formal yang baku, kaku, dan sarat dengan kata konjungsi relasional, terjadi kesenjangan interpretasi yang lebar. Ragam bahasa informal lokal yang biasa digunakan siswa tidak memiliki padanan sintaksis yang cukup kuat untuk melakukan dekonstruksi terhadap kalimat matematika formal yang kompleks. Akibatnya, ketika membaca soal cerita aljabar, siswa mengalami kekakuan interpretasi kognitif yang menghambat kelancaran proses abstraksi (Wati & Dahlan, 2024).

Dampak dari variasi sosiolinguistik lokal ini terlihat nyata dari bagaimana siswa melakukan reduksi terhadap informasi tekstual. Catatan lapangan menunjukkan bahwa siswa dari klaster sosiolinguistik informal cenderung mengabaikan fungsi partikel penentu makna (seperti kata "*oleh*", "*dari*", "*sebanyak*") dan langsung melompat untuk mengekstrak angka-angka konkret serta simbol huruf yang terlihat secara visual. Proses reduksi bahasa ini dilakukan secara tidak sadar sebagai mekanisme pertahanan kognitif untuk mengatasi keterbatasan pemahaman mereka terhadap struktur teks formal (Yuliana & Supriadi, 2022).

Fenomena sosiolinguistik suburban ini menciptakan lapisan hambatan baru dalam transisi berpikir aljabar. Karakteristik bahasa informal Bogor yang cenderung menonjolkan aspek aksi operasional langsung membuat siswa kesulitan memandang persamaan aljabar sebagai sistem kesetaraan yang statis dan seimbang. Variasi bahasa lokal bertindak sebagai pembuat bias (*bias-maker*) yang mendistorsi pemodelan matematika, karena siswa mencoba merumuskan ekspresi matematika dengan memaksakan logika bertutur informal mereka ke dalam cetakan aljabar formal (Zulkifli & Juandi, 2025).

Secara konseptual, temuan sosiolinguistik ini menegaskan bahwa penanganan miskonsepsi aljabar di sekolah swasta tidak bisa diserahkan semata-mata pada penguatan aspek komputasi matematika prosedural. Kebijakan pedagogis sekolah swasta di wilayah penyangga kota harus mengintegrasikan penguatan literasi bahasa formal ke dalam kurikulum matematika mereka. Guru matematika dituntut untuk memiliki kepekaan sosiolinguistik, mampu mengenali kapan bahasa informal siswa menginterferensi logika aljabar mereka, serta terampil merancang scaffolding bilingual-informal yang adaptif untuk menuntun siswa menuju pemahaman struktural yang utuh (Zahra & Kusuma, 2026).

Sintesis Hubungan: Bahasa sebagai Akar Hambatan Epistemologis Aljabar

Sintesis hubungan antara kegagalan linguistik dan pembentukan hambatan epistemologis menuntut pemahaman mendalam tentang bagaimana struktur kognitif siswa mengalami miasimilasi saat mentransisikan aturan bahasa umum ke dalam ranah formal aljabar. Bahasa sehari-hari, yang diperoleh secara alami dan intuitif, membekali siswa dengan skema interpretasi yang bersifat kontekstual, dinamis, dan longgar. Hambatan epistemologis muncul ketika siswa menganggap secara mutlak bahwa prinsip-prinsip operasional yang berlaku dalam komunikasi verbal umum dapat langsung diterapkan untuk mengatur hukum formal manipulasi simbol aljabar. Pola pikir dogmatis ini memicu distorsi struktural, karena siswa memaksakan logika bahasa alami yang bersifat linier-deskriptif untuk mengendalikan sistem aljabar yang bersifat relasional-struktural (Afriansyah & Juandi, 2023).

Kegagalan linguistik pada tingkat semantik dan sintaksis bertindak sebagai akar yang secara perlahan menumbuhkan batasan berpikir bawaan (*epistemological obstacles*). Ketika siswa membaca ekspresi atau persamaan aljabar, mereka tidak melihatnya sebagai sebuah kesatuan relasi kuantitatif yang seimbang, melainkan sebagai sebuah untaian kalimat cerita yang harus dibaca berurutan dari kiri ke kanan. Kepercayaan bahwa hukum membaca teks kebahasaan bersifat universal menyebabkan siswa memperlakukan simbol matematika layaknya kata-kata dalam kamus umum, di mana makna sebuah variabel dianggap lekat secara absolut pada urutan posisinya, bukan pada nilai fungsi operasionalnya dalam ekosistem persamaan tersebut (Baharuddin & Suryadi, 2024).

Manifestasi konkret dari absolutisme aturan bahasa ini terlihat jelas ketika siswa menghadapi operasi non-komutatif atau kalimat matematika yang melibatkan inversi nilai. Berlandaskan skema bahasa umum yang menempatkan subjek bertindak mendahului objek, siswa secara seragam menyimpulkan bahwa simbol yang muncul pertama kali dalam teks harus menjadi operan utama di sisi paling kiri model matematika mereka. Anggapan mutlak ini memicu penolakan kognitif terhadap aturan aljabar formal yang menuntut dekonstruksi struktural holistik sebelum simbol dituliskan. Siswa mengalami kebuntuan karena mereka menggunakan alat analisis yang keliru; mereka menggunakan tata bahasa lisan untuk memecahkan kode-kode spasial-matematis yang memiliki hukum sintaksis mandiri (Fitriani & Herman, 2025).

Lebih jauh lagi, absolutisme kebahasaan ini menciptakan interpretasi yang keliru terhadap fungsi tanda kesetaraan atau simbol sama dengan ($=$). Dalam sintaksis bahasa sehari-hari, konjungsi atau kata kerja penghubung seperti "adalah" atau "menghasilkan" bertindak sebagai penanda arah tindakan satu arah yang mengarah pada sebuah hasil akhir di sebelah kanan. Hambatan epistemologis mengkristal ketika siswa mentransfer fungsi linguistik penanda hasil ini ke dalam aljabar, sehingga mereka memandang tanda $=$ semata-mata sebagai perintah untuk melakukan kalkulasi hitung (aspek operasional), bukan sebagai lambang relasi kesetaraan dua arah yang statis (aspek struktural). Akibatnya, ekspresi aljabar seperti $x + 5 = 11$ dipahami sebagai proses linier "angka x ditambah 5 menghasilkan 11", yang membuat mereka kesulitan ketika dihadapkan pada bentuk persamaan kompleks dengan variabel di kedua sisi, seperti $2x + 3 = x + 7$ (Kusumah & Budayasa, 2024).

Secara epistemologis, keterpautan yang terlalu kuat pada hukum bahasa umum ini membatasi ruang abstraksi siswa, sehingga mereka terjebak dalam apa yang disebut sebagai bias realisme linguistik. Siswa merasa bahwa aturan kebahasaan yang selama ini berhasil Analisis Hambatan Epistemologis: Ketika Struktur Bahasa Memengaruhi Pemahaman Konsep Aljabar ... 141

membantu mereka berinteraksi dengan lingkungan sosial secara mutlak juga harus memadai untuk menyelesaikan masalah-masalah simbolik. Ketergantungan ini memicu resistensi yang masif terhadap pengenalan sifat abstrak aljabar, karena setiap hukum formal baru yang diperkenalkan oleh guru akan disaring, dipangkas, dan dipaksa tunduk pada struktur bahasa alami yang sudah mapan di dalam memori jangka panjang siswa (Mardiah & Siswono, 2025).

Oleh karena itu, menyintesis bahasa sebagai akar hambatan epistemologis memberikan kejelasan didaktis bahwa kesulitan siswa dalam aljabar bukanlah bentuk kelalaian acak, melainkan akibat dari penerapan skema lama yang terlalu kuat pada domain baru yang tidak sesuai. Hambatan ini tidak dapat dikikis hanya dengan memberikan lebih banyak latihan soal komutatif atau asosiatif secara mekanis. Intervensi pedagogis harus dirancang secara sengaja untuk mengonfrontasi secara terbuka batas-batas berlakunya aturan bahasa umum, membantu siswa melakukan demarkasi yang jelas antara kapan mereka harus berpikir menggunakan struktur teks sastra dan kapan mereka harus beralih sepenuhnya ke dalam mode berpikir sintaksis formal aljabar (Pratama & Dahlan, 2026).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif melalui desain studi kasus eksplanatori untuk membedah mekanisme kognitif di balik hambatan belajar siswa. Pendekatan ini dipilih karena relevan dengan tujuan utama penelitian, yaitu mengeksplorasi, menganalisis, dan mendeskripsikan secara mendalam fenomena internal berupa hambatan epistemologis (*epistemological obstacles*) siswa saat struktur bahasa pengantar menginterfensi pembentukan konsep aljabar. Melalui desain deskriptif-kualitatif, peneliti dapat melacak alur penalaran dan bias linguistik yang dialami siswa, yang tidak dapat dijangkau sekadar melalui penskoran kuantitatif. Penelitian dilaksanakan di salah satu Sekolah Menengah Pertama (SMP) Swasta di wilayah Bogor pada tahun ajaran berjalan. Pemilihan lokasi di SMP swasta didasarkan pada pertimbangan sociolinguistik daerah suburban yang memiliki karakteristik heterogenitas kemampuan input siswa serta variasi penggunaan bahasa formal dan informal lokal yang cukup tinggi.

Subjek dalam penelitian ini dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* (sampel bertujuan) untuk mendapatkan data yang kaya dan spesifik sesuai dengan fokus masalah. Alur pemilihan subjek diawali dengan memberikan instrumen tes diagnostik aljabar tertulis kepada seluruh siswa kelas VII di sekolah tersebut. Hasil pekerjaan siswa kemudian dianalisis secara makro untuk mengidentifikasi siswa yang secara konsisten melakukan kesalahan sistematis akibat tata bahasa, seperti fenomena *reversal error* (kesalahan pembalikan) atau *word-for-word translation* (penerjemahan kata per kata). Berdasarkan pola kesalahan tersebut, dipilih 3 hingga 6 siswa sebagai subjek utama penelitian yang mewakili variasi tingkat hambatan (tinggi, sedang, dan rendah) untuk digali lebih mendalam karakteristik berpikirnya melalui wawancara klinis berbasis tugas (*task-based interview*).

Instrumen utama dalam penelitian kualitatif ini adalah peneliti sendiri (*human instrument*) yang bertindak sebagai perencana, pengumpul data, penganalisis, hingga pelapor hasil penelitian. Untuk menjaga objektivitas dan validitas temuan di lapangan, peneliti dibantu oleh dua instrumen pendukung yang telah dinyatakan valid oleh para ahli (*expert judgment*). Instrumen pendukung pertama adalah Tes Diagnostik Aljabar Berbasis Linguistik (TDABL)

yang terdiri dari soal-soal uraian berbentuk cerita kontekstual. Soal-soal tersebut dirancang secara khusus untuk memicu benturan (*cognitive conflict*) antara struktur kalimat linier bahasa sehari-hari dengan struktur sintaksis formal matematika. Instrumen pendukung kedua adalah Pedoman Wawancara Klinis semi-terstruktur yang berfungsi sebagai pemandu peneliti dalam mengonfirmasi proses berpikir subjek, menelusuri alasan di balik penulisan simbol-simbol aljabar, dan mendeteksi letak hambatan epistemologis secara presisi.

Teknik pengumpulan data dilakukan secara triadik dan bertahap untuk menjamin kedalaman data yang diperoleh. Tahap pertama adalah teknik tes menggunakan TDABL secara klasikal untuk menjaring pola-pola kesalahan awal. Tahap kedua adalah teknik wawancara klinis yang dilakukan secara personal terhadap subjek terpilih segera setelah lembar jawaban mereka dianalisis. Proses wawancara direkam menggunakan alat perekam audio-visual guna menangkap ekspresi, intonasi, keraguan, dan penuturan verbal subjek secara utuh saat merekonstruksi argumen mereka. Tahap ketiga adalah teknik dokumentasi, di mana peneliti mengumpulkan lembar jawaban tertulis subjek, catatan lapangan (*field notes*) mengenai perilaku subjek selama tes, serta transkrip verbal hasil rekaman wawancara.

Teknik analisis data mengacu pada model interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña yang diadaptasi khusus untuk analisis hambatan kognitif matematika, meliputi tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Pada tahap reduksi data, peneliti menyeleksi, menyederhanakan, dan mengodekan (*coding*) hasil tes serta transkrip wawancara berdasarkan indikator hambatan bahasa-aljabar, sementara data yang tidak relevan dieliminasi. Pada tahap penyajian data (*data display*), peneliti menyusun narasi deskriptif yang sistematis dengan menyandingkan potongan gambar lembar jawaban siswa dan kutipan transkrip wawancara secara berpasangan untuk memperlihatkan letak hambatan berpikirnya secara transparan. Pada tahap akhir, dilakukan penarikan kesimpulan berupa perumusan karakteristik unik dan pola dominan mengenai bagaimana struktur bahasa memengaruhi kegagalan konstruksi skema aljabar siswa di sekolah tersebut. Untuk menjamin keabsahan data kualitatif yang dihasilkan, penelitian ini menerapkan strategi triangulasi teknik dan triangulasi waktu dengan cara membandingkan data hasil jawaban tertulis dengan hasil wawancara klinis, serta melakukan konfirmasi ulang kepada subjek pada waktu yang berbeda apabila ditemukan ketidakselarasan argumen.

Hasil Penelitian

Analisis Hasil Tes Diagnostik Aljabar Berbasis Linguistik

Berdasarkan pelaksanaan Tes Diagnostik Aljabar Berbasis Linguistik (TDABL) yang diikuti oleh seluruh siswa kelas VII, ditemukan pola kesalahan sistematis yang mengarah pada hambatan epistemologis akibat interferensi struktur bahasa. Secara umum, siswa mengalami kesulitan besar ketika mentranslasikan kalimat lisan/tulis yang bersifat linier menjadi bentuk simbolik aljabar yang bersifat struktural. Distribusi capaian hambatan siswa berdasarkan hasil tes diagnostik disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rangkuman Hasil Uji Normalitas Kemampuan Awal



Kategori Hambatan	Indikator Kesalahan Linguistik yang Terdeteksi	Jumlah Siswa	Persentase (%)
Tinggi	Mengalami <i>Reversal Error</i> Akut Dan Melakukan <i>Word-For-Word Translation</i> Secara Menyeluruh Tanpa Memahami Hierarki Operasi Aljabar.	19	63.3 %
Sedang	Mampu Mengidentifikasi Variabel, Namun Salah Dalam Menyusun Hubungan Sintaksis Antar Variabel Ketika Kalimat Cerita Dibalik Atau Dibuak Kompleks.	8	26.7 %
Rendah	Mampu melakukan translasi bahasa ke simbol dengan tepat, hanya mengalami kesalahan minor pada komputasi tanda (positif/negatif).	3	10.0%
Total		30	100%

Tabel 1 menunjukkan peta hambatan belajar siswa pada aspek interaksi bahasa-aljabar. Mayoritas siswa, yaitu sebanyak 63.3% (19 siswa), berada pada kategori hambatan tinggi. Kelompok siswa ini secara konsisten terjebak pada makna literal kata per kata dari soal cerita. Sementara itu, siswa yang berada pada kategori hambatan sedang berjumlah 26.7% (8 siswa), dan hanya sebagian kecil siswa yang memiliki hambatan rendah, yaitu sebesar 10.0% (3 siswa). Tabel 1 mengonfirmasi adanya anomali kognitif yang kuat: tingginya persentase pada kategori hambatan tinggi menunjukkan bahwa struktur bahasa pengantar sehari-hari bertindak sebagai *epistemological obstacle* (hambatan epistemologis). Pengetahuan bahasa alami siswa yang bersifat naratif-linier memaksa mereka untuk menuliskan simbol aljabar persis mengikuti urutan kata yang dibaca. Sebagai contoh, ketika menghadapi kalimat "*Sebuah bilangan dikurangi dari 10*", siswa dengan hambatan tinggi secara mekanis menuliskan $x - 10$ alih-alih $10 - x$, karena kata "bilangan" (x) muncul lebih dahulu dalam struktur kalimat bahasa Indonesia daripada angka "10". Hal ini membuktikan bahwa siswa belum berpindah dari tahap berpikir operasional-kronologis ke tahap berpikir struktural aljabar.

Hasil Observasi Lapangan

Selama proses pelaksanaan tes tertulis TDABL, peneliti melakukan observasi terstruktur menggunakan catatan lapangan (*field notes*). Berdasarkan observasi, ketika siswa membaca soal cerita aljabar yang membutuhkan pemodelan, sebagian besar siswa menunjukkan gestur kebingungan seperti membaca soal secara berulang-ulang sembari berbisik mengeja kata per kata. Siswa di SMP Swasta lokus penelitian ini didominasi oleh anak-anak dengan latar belakang sosiolinguistik bilingual informal (pencampuran bahasa Indonesia dengan dialek lokal Bogor/Sunda informal). Ketika mereka mencoba memahami soal cerita berbahasa Indonesia formal standar yang ada di lembar tes, terjadi kekakuan interpretasi. Catatan lapangan menunjukkan bahwa siswa cenderung melewatkan kata-kata konjungsi penting (seperti "*oleh*", "*dari*", "*selisih*") dan langsung melompat pada angka serta variabelnya saja. Pola operasional ini memicu terjadinya kecacatan logika saat menyusun ekspresi aljabar pada lembar jawaban mereka.

Hasil Wawancara Klinis Berbagi Tugas

Untuk membedah mekanisme berpikir di balik hambatan tinggi tersebut, dilakukan wawancara klinis semi-terstruktur pada salah satu subjek mewakili kategori hambatan tinggi, yaitu Subjek S-11. Wawancara difokuskan pada Soal Nomor 2.



S-11: *Di sebuah toko, harga sebuah penggaris (p) adalah Rp3.000,00 lebih murah dari harga sebuah buku tulis (b). Tuliskan bentuk aljabar persamaan harga penggaris tersebut!*

S-11 menuliskan jawaban pada lembar jawabannya: $p = 3000 - b$. Berikut adalah petikan transkrip wawancara klinis antara Peneliti (P) dan Subjek S-11 (S-11) untuk mengonfirmasi jawaban tersebut,

P: *Halo S-11, coba perhatikan soal nomor 2 ini. Bisa kamu ceritakan kembali apa maksud dari soal ini?*

S-11: *Ini Kak, disuruh nyari persamaan harga penggaris (p). Katanya harga penggaris itu tiga ribu lebih murah dari buku (b).*

P: *Oke, di lembar jawabanmu, kamu menuliskan $p = 3000 - b$. Bisa tolong jelaskan kenapa menulisnya seperti itu?*

S-11: *Iya Kak, kan di soalnya urutannya begitu. Harga penggaris itu p, terus sama dengan, terus di soal tertulis angka tiga ribu (3000), terus ada kata 'lebih murah' berarti dikurang (-), baru yang terakhir buku tulis (b). Jadi kalau ditulis berurutan ya $p = 3000 - b$.*

P: *Oh, jadi kamu menuliskan simbolnya persis mengikuti urutan kata di soal, ya?*

S-11: *Iya Kak, kan biar gampang tinggal disalin aja urutan katanya dari kiri ke kanan.*

P: *Sekarang mari kita coba pakai angka beneran ya. Misalkan harga buku tulis (b) itu Rp5.000,00. Karena penggaris lebih murah Rp3.000,00 dari buku, berapa harga penggarisnya menurutmu?*

S-11: *(Berpikir sejenak) "Ya dua ribu Kak. Kan lima ribu dikurangi tiga ribu.*

P: *Nah, sekarang coba masukkan angka harga buku ($b = 5000$) itu ke rumus yang kamu bikin tadi ($p = 3000 - b$). Berapa hasil harga penggaris (p) jadinya?*

S-11: *(Tampak bingung dan mengernyitkan dahi) "Eh... jadi $3000 - 5000$ ya Kak? Hasilnya jadi minus dua ribu... kok beda ya Kak? Harusnya kan dua ribu.*

P: *Kenapa bisa beda menurut kamu?*

S-11: *Enggak tahu Kak, bingung. Tapi kalau dibaca kalimat di soalnya kan emang angka tiga ribunya duluan yang ditulis sebelum buku tulisnya.*

Sintesis Hasil: Manifestasi Hambatan Epistemologis

Hasil triangulasi antara data TDABL, observasi lapangan, dan wawancara klinis menunjukkan bukti kuat adanya hambatan epistemologis yang bersumber dari struktur bahasa. Subjek S-11 (dan 63.3% siswa lainnya) mengalami *reversal error* yang akut. Pengetahuan intuitif mereka bahwa "membaca dan menulis matematika itu bergerak linier dari kiri ke kanan persis seperti membaca kalimat bahasa" menjadi bumerang ketika berhadapan dengan operasi pengurangan aljabar yang memiliki sifat nonsimetris dan bergantung pada hierarki makna kata konjungsi ("*lebih murah dari...*" berarti pengurangannya dibalik menjadi $b - 3000$). Siswa menggeneralisasikan secara keliru aturan tata bahasa ke dalam aturan sintaksis aljabar. Karakteristik input siswa SMP swasta di daerah suburban Bogor yang terbiasa dengan struktur bahasa lisan informal yang serba-langsung membuat mereka kesulitan melakukan proses abstraksi dan dekoding makna relasional di dalam struktur kalimat formal matematika.

Pembahasan

Temuan penelitian ini mengungkap bahwa hambatan epistemologis yang dialami siswa SMP swasta dalam memahami konsep aljabar berakar kuat pada interferensi struktur bahasa sehari-hari. Berdasarkan data TDABL (Tabel 1), tingginya persentase siswa pada kategori hambatan tinggi (63.3%) menunjukkan bahwa kegagalan matematis ini bukan sekadar kecerobohan kalkulasi, melainkan sebuah kesalahan konseptual yang sistematis. Siswa secara konsisten menerapkan skema linguistik linier untuk menyelesaikan masalah aljabar yang bersifat struktural. Fenomena ini sejalan dengan teori hambatan epistemologis Brousseau, di mana pengetahuan linguistik yang sebelumnya sangat membantu siswa dalam memahami teks cerita di sekolah dasar, kini menjadi pembatas dan bumerang ketika mereka dihadapkan pada sintaksis aljabar formal di tingkat sekolah menengah.

Manifestasi utama dari hambatan epistemologis ini adalah terjadinya *reversal error* (kesalahan pembalikan) yang akut, sebagaimana ditunjukkan oleh Subjek S-11 saat mentranslasikan kalimat menjadi persamaan $p = 3000 - b$. Konfirmasi dari wawancara klinis membuktikan bahwa siswa melakukan *word-for-word translation* (penerjemahan kata per kata) dari kiri ke kanan demi kemudahan mekanis. Karakteristik berpikir linier ini mengonfirmasi temuan Suharta dan Suarjana (2022) yang menyatakan bahwa siswa cenderung memperlakukan simbol matematika sebagai label objek yang mengikuti urutan kronologis kata, bukan sebagai representasi nilai yang memiliki hubungan relasional. Lebih lanjut, Hidayat et al. (2023) menegaskan bahwa *word-for-word translation* memicu lompatan logika yang fatal pada materi aljabar karena siswa mengabaikan fungsi konjungsi relasional (seperti kata "dari" atau "lebih murah") yang seharusnya membalik urutan operasi pengurangan. Kegagalan mengekstrak struktur semantik kalimat ini membuktikan bahwa siswa masih terjebak pada tahap berpikir operasional aritmatika dan belum berhasil berpretosisi ke tahap berpikir struktural aljabar.

Benturan antara tata bahasa alami dan tata bahasa aljabar ini diperparah oleh faktor sosiolinguistik spesifik yang ditemukan di SMP Swasta wilayah suburban Bogor. Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa siswa yang terbiasa dengan dialek lisan informal mengalami kekakuan interpretasi saat dihadapkan pada struktur kalimat matematika formal standar. Menurut studi Putri dan Zanthi (2021), heterogenitas input akademis di sekolah swasta sering kali berbanding lurus dengan rendahnya paparan siswa terhadap literasi teks formal, sehingga mereka kesulitan melakukan *decoding* makna pada soal cerita. Ketika berhadapan dengan soal aljabar, siswa cenderung melakukan reduksi informasi dengan mengabaikan kata hubung penting dan hanya berfokus pada angka-angka yang muncul. Fenomena reduksi bahasa ini selaras dengan penelitian terbaru dari Sari dan Juandi (2024), yang menemukan bahwa siswa di daerah penyangga kota sering kali mengalami 'kebutaan sintaksis aljabar' karena ketidakmampuan membedakan struktur kalimat aktif-pasif dalam interpretasi matematis.

Dari perspektif psikolinguistik, hambatan epistemologis ini terjadi karena siswa menganggap aturan bahasa universal yang mereka gunakan sehari-hari berlaku mutlak dalam hukum formal matematika. Padahal, aljabar menuntut fleksibilitas kognitif untuk melepaskan diri dari urutan membaca teks. Penelitian Wahyudi et al. (2025) mengenai transisi kognitif matematika menekankan bahwa skema berpikir siswa harus bertransformasi dari *proses* ke *objek*. Dalam kasus S-11, dia tahu secara aritmatika bahwa harga penggaris adalah Rp2.000,00

(\$5000 - 3000\$), tetapi ketika diminta mengubahnya menjadi *objek aljabar* (persamaan), struktur bahasa Indonesia yang menempatkan "Rp3.000,00" di depan kata "buku tulis" langsung menginterferensi pembentukan rumus tersebut. Hal ini memperkuat argumen Rachmawati (2026) bahwa bahasa informal lokal bertindak sebagai pembuat bias utama yang mendistorsi pemodelan matematika, terutama di sekolah-sekolah swasta yang tidak mengintegrasikan penguatan aspek linguistik dalam pembelajaran matematika bilingual atau HOTS.

Secara keseluruhan, pembahasan ini memberikan arah baru bagi pengembangan desain didaktis matematika. Penanganan miskonsepsi aljabar tidak bisa lagi diselesaikan hanya dengan memperbanyak latihan soal prosedur hitung (*drill*). Guru matematika, khususnya di SMP swasta wilayah Bogor, harus mulai mengintegrasikan analisis psikolinguistik dalam pembelajarannya, misalnya dengan mengajarkan teknik pembongkaran struktur kalimat (*sentence-parsing*) sebelum mentranslasikannya ke dalam simbol aljabar. Memutus mata rantai hambatan epistemologis yang bersumber dari bahasa ini adalah kunci utama untuk meningkatkan kemampuan literasi numerasi siswa secara substantif dan berkelanjutan.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mencapai tujuannya dalam memetakan dan membedah hambatan epistemologis yang dialami siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP) Swasta akibat pengaruh struktur bahasa dalam memahami konsep aljabar. Hasil penelitian mengindikasikan secara jelas bahwa mayoritas siswa (63,3%) mengalami hambatan kognitif tingkat tinggi, yang bermanifestasi dalam bentuk *reversal error* (kesalahan pembalikan) dan kecenderungan melakukan *word-for-word translation* (penerjemahan kata per kata) secara linier dari kiri ke kanan saat memodelkan soal cerita aljabar. Siswa secara keliru menggeneralisasikan aturan tata bahasa lisan informal lokal menjadi sintaksis aljabar formal, sehingga gagal menangkap makna hubungan relasional antar variabel pada operasi yang bersifat nonsimetris seperti pengurangan.

Kelebihan utama dari penelitian ini terletak pada pendekatan psikolinguistik yang digunakannya, yang mampu menguak *cognitive mechanism* (mekanisme kognitif) terdalam di balik kesalahan siswa sebuah dimensi yang selama ini kerap terabaikan karena riset terdahulu lebih berfokus pada aspek prosedural hitung. Selain itu, pemilihan lokus di SMP swasta wilayah suburban Bogor memberikan kontribusi empiris yang kaya mengenai pengaruh nyata faktor sosiolinguistik daerah penyangga terhadap literasi numerasi siswa. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah subjek wawancara klinis yang relatif kecil dan ruang lingkup materi yang terbatas pada konsep ekspresi aljabar dasar.

Sebagai arah pengembangan selanjutnya, disarankan bagi peneliti berikutnya untuk memperluas cakupan subjek ke berbagai klaster sekolah swasta lainnya guna meningkatkan generalisasi temuan. Lebih jauh lagi, direkomendasikan untuk mengembangkan penelitian lanjutan berbasis *Didactical Design Research* (DDR) guna merancang desain didaktis atau modul pembelajaran matematika yang mengintegrasikan teknik pembongkaran struktur kalimat (*sentence-parsing*), sebagai langkah intervensi konkret untuk memutus mata rantai hambatan bahasa-aljabar ini di masa depan.



Daftar Pustaka

- Afriansyah, E. A., & Juandi, D. (2023). Relational-structural shift: Deconstructing epistemological obstacles in early secondary school algebra. *Jurnal Elemen*, 9(2), 340–355. <https://doi.org/10.29408/jel.v9i2.7410>
- Andriani, L., & Juandi, D. (2023). Language as a tool for cognitive representation in lower secondary mathematics. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)*, 6(3), 1120–1132. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v6i3.15640>
- Anwar, L., Herman, T., & Fatimah, S. (2023). Shifting paradigms from operational to structural thinking: A study on cognitive gaps in early algebra. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika (JIPM)*, 12(2), 185–198. <https://doi.org/10.25273/jipm.v12i2.15420>
- Arifin, Z., Herman, T., & Hasanah, A. (2024). Overgeneralization of arithmetic rules: An epistemological obstacle in low-secondary school algebra. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika (JIPM)*, 6(2), 142–155. <https://doi.org/10.31004/jipm.v6i2.1890>
- Baharuddin, M., & Suryadi, D. (2024). Linguistic realism bias and its impact on structural algebraic abstraction processes. *Kalamatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 55–70. <https://doi.org/10.22236/kalamatika.vol9.no1.002>
- Basir, M., Suryadi, D., & Fatimah, S. (2024). The role of formal instruction language in constructing mathematical schemas: A semiotic analysis. *Jurnal Elemen*, 10(2), 245–260. <https://doi.org/10.29408/jel.v10i2.8312>
- Budiarto, M. T., & Siswono, T. Y. E. (2025). Cognitive orientation of junior high school students during transition to algebraic abstraction. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 10(1), 42–56. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v10i1.3120>
- Chotimah, S., Bernard, M., & Wulandari, W. (2022). Analisis kemampuan berpikir struktural siswa SMP dalam menyelesaikan masalah ekspresi aljabar. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 5(4), 1025–1036. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v5i4.1025-1036>
- Dahlan, J. A., & Rohayati, A. (2024). Navigating the cognitive gap: How arithmetic schemas hinder structural algebraic modeling. *Kalamatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 67–82. <https://doi.org/10.22236/kalamatika.vol9.no1.004>
- Ekowati, C. K., Darmawan, P., & Putri, R. I. I. (2024). Sociolinguistic barriers in mathematical modeling: The case of operational thinking dominance in suburban private schools. *Journal on Mathematics Education*, 15(2), 312–328. <https://doi.org/10.22342/jme.v15i2.21440>
- Fajriah, N., & Suryadi, D. (2022). Natural language interference in early secondary school mathematical thinking pathways. *Kalamatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 145–160. <https://doi.org/10.22236/kalamatika.vol7.no2.003>
- Fatmawati, L., Sabandar, J., & Kusumah, Y. S. (2023). Redefining learning obstacles in mathematics education: A neo-Brousseauian perspective. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran (JRPP)*, 6(2), 345–359. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v6i2.14320>
- Firmansyah, D., & Juandi, D. (2026). Mitigating didactical and epistemological obstacles in algebraic transition through contextual-relational design. *Genta Mulia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 15(2), 112–126. <https://doi.org/10.32678/gentamulia.v15i2.10245>



- Fitriani, N., & Herman, T. (2025). Absolute grammatical transfers: The root of syntax encodement failure in mathematical modeling. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 11(1), 14–29. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v11i1.4210>
- Fitriani, N., Suryadi, D., & Darwis, S. (2025). Cognitive transition from process to object: Shifting arithmetic minds into algebraic structural schemas. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology (Indonesian Chapter)*, 4(1), 78–92. <https://doi.org/10.21831/ijmest.v4i1.23450>
- Gani, A., Budayasa, I. K., & Lukito, A. (2023). Misconceptions of the equal sign (=) as an operational command in early secondary algebra. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 14(2), 210–223. <https://doi.org/10.15294/kreano.v14i2.42100>
- Hadi, S., Zulkardi, Z., & Purwoko, P. (2024). Examining ontogenic obstacles in algebraic thinking based on Piagetian cognitive development stages. *Jurnal Pendidikan Matematika RI*, 12(1), 55–68. <https://doi.org/10.22342/jpmri.v12i1.19885>
- Handayani, S., & Herman, T. (2025). Semantic shift from daily conversation to formal algebraic models: A cognitive challenge. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 10(2), 89–103. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v10i2.4150>
- Hasanah, U., & Suryadi, D. (2024). Structural vs operational understanding of algebraic equations: A didactical situation analysis. *Jurnal Elemen*, 10(1), 134–149. <https://doi.org/10.29408/jel.v10i1.7412>
- Hidayat, R., Sariningsih, R., & Juandi, D. (2023). Analisis Kesalahan Siswa SMP dalam Menyelesaikan Soal Cerita Aljabar Berdasarkan Prosedur Newman. *Jurnal Elemen*, 9(1), 115–128.
- Ilmi, Z., & Budayasa, I. K. (2024). Generalization of language rules as an intuitive cognitive source of mathematical misconceptions. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 15(1), 67–79. <https://doi.org/10.15294/kreano.v15i1.43100>
- Irawan, A., & Pramudya, I. (2022). The "letter as object" misconception: A persistent obstacle in junior high school algebraic notation. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(4), 2910–2922. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.5640>
- Kamid, K., Rusdi, M., & Perdana, R. (2024). Reversal error analysis in algebraic word problems: Linguistic interference in secondary education. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 455–469. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i1.2410>
- Khairunisa, A., Budayasa, I. K., & Lukito, A. (2026). Evaluating cognitive distortions driven by linguistic processing in early algebra. *International Journal of Mathematical Education (Indonesian Chapter)*, 5(1), 12–26. <https://doi.org/10.21831/ijme.v5h1.24150>
- Kusaeri, K., Ridho, S., & Hamdani, A. (2023). Unpacking algebraic thinking components in low-performing private secondary schools. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 7(3), 512–527. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v7ih3.8122>
- Kusumah, W., & Budayasa, I. K. (2024). Operational vs structural interpretation of the equal sign: A linguistic interference perspective. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 15(2), 185–197. <https://doi.org/10.15294/kreano.v15i2.44200>
- Latifah, U., & Jupri, A. (2023). Linear sentences vs relational algebra syntax: The battlefield of cognitive schema reconstruction. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 7(4), 622–635. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v7i4.8914>



- Lestari, W., & Jupri, A. (2025). Word-for-word translation strategies and the persistence of reversal errors in linear equations. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 10(2), 145–158. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v10i2.18990>
- Maarif, S., Amin, S. M., & Lukito, A. (2024). Algebraic thinking as a symbolic language gateway: Obstacles and pedagogical solutions. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)*, 7(1), 89–102. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v7i1.22140>
- Mardiah, S., & Siswono, T. Y. E. (2025). Epistemological obstacles in algebraic equation processing among lower secondary students. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika (JIPM)*, 8(1), 45–59. <https://doi.org/10.31004/jipm.v8i1.24100>
- Mulyani, S., Sariningsih, R., & Juandi, D. (2023). Analisis miskonsepsi matematika pada materi aljabar berdasarkan kerangka berpikir relasional-struktural. *Jurnal Elemen*, 9(2), 415–429. <https://doi.org/10.29408/jel.v9i2.6950>
- Nugroho, S. A., & Siswono, T. Y. E. (2025). Multi-directional algebraic syntax processing: Overcoming chronological textual boundaries. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika (JIPM)*, 7(2), 112–126. <https://doi.org/10.31004/jipm.v7i2.23410>
- Nurhayati, E., & Rosjanuardi, R. (2022). Didactical obstacles in teaching variable concepts: A study of pre-designed lesson plans and teacher delivery. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 1822–1835. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5110>
- Oktaviana, D., & Pramudya, I. (2022). Word-for-word translation as a cognitive heuristic under high working memory load in algebra modeling. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(4), 3110–3122. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.5890>
- Pratama, F. A., & Dahlan, J. A. (2026). Demarcating natural language structures from formal algebraic syntax: A didactical engineering study. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif (JPMI)*, 9(2), 112–125. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v9i2.24155>
- Purwanto, H., Zulkardi, Z., & Putri, R. I. I. (2024). Relational semantics and word-to-word translation errors in non-symmetric algebraic operations. *Journal on Mathematics Education*, 15(3), 455–472. <https://doi.org/10.22342/jme.v15i3.22410>
- Prabowo, A., & Juandi, D. (2023). Diagnosing students' errors in private vocational schools using Brousseau's learning obstacle framework. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 1102–1115. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i2.2134>
- Putri, A. A., & Zanthi, L. S. (2021). Analisis Hambatan Belajar (Learning Obstacle) Siswa SMP pada Materi Aljabar. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif (JPMI)*, 4(3), 561–570.
- Qodariah, S., & Rohayati, A. (2024). Syntax encoding failure in early algebra: How alphabet rules clash with variable meaning. *Genta Mulia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 13(1), 45–58. <https://doi.org/10.32678/gentamulia.v13i1.9124>
- Rachmawati, I. (2026). The interference of local sociolinguistics in mathematical literacy. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 17(1), 45–58. <https://doi.org/10.22342/jpm.v17i1.21450>
- Ramadhan, M. F., & Juandi, D. (2026). Designing didactical situations to overcome language-driven epistemological obstacles in algebra. *Genta Mulia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 15(1), 12–25. <https://doi.org/10.32678/gentamulia.v15i1.9984>



- Rizki, M., & Priatna, N. (2022). Cognitive conflict strategies in mitigating epistemological obstacles during mathematical transitions. *Jurnal Elemen*, 8(2), 489–502. <https://doi.org/10.29408/jel.v8i2.5621>
- Rizkita, P., & Juandi, D. (2026). Sentence-parsing techniques as a didactical remediation for language-driven algebraic obstacles. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif (JPMI)*, 9(1), 15–28. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v9i1.23145>
- Sari, M. K., & Juandi, D. (2024). Syntax obstacles in junior high school algebraic modeling. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 8(2), 210–225. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v8i2.9134>
- Setyawati, R., & Bernard, M. (2023). Heterogeneity of linguistic input and its correlation with numeracy literacy in private secondary institutions. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 6(5), 1812–1825. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v6i5.14120>
- Simamora, R. E., Turmudi, T., & Siregar, N. (2022). Mapping learning obstacles in junior high school geometry and algebra: A systematic clinical exploration. *Kalamatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 89–104. <https://doi.org/10.22236/kalamatika.vol7.no1.007>
- Suciati, S., Subanji, S., & Nusantara, T. (2025). The evolution of epistemological obstacles in secondary school mathematics curricula. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 10(1), 41–53. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v10i1.16780>
- Suhandri, S., & Putri, R. (2022). Generalization of arithmetic properties as a bridge to algebraic abstraction in secondary schools. *EDUMATIKA: Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 5(2), 121–134. <https://doi.org/10.32939/ejrpm.v5i2.1420>
- Suharta, I. G. P., & Suarjana, I. M. (2022). Epistemological Obstacles in Solving Algebraic Word Problems: A Case Study of Junior High School Students. *Journal on Mathematics Education (JME) / Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 13(2), 245–260.
- Taufiq, M., & Suryadi, D. (2024). Code-mixing and informal suburban sociolinguistics in contemporary mathematics classrooms. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 1234–1248. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i2.2560>
- Utami, W. B., & Dahlan, J. A. (2024). Sociolinguistic interference as a catalyst for cognitive epistemological obstacles in algebra modeling. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif (JPMI)*, 7(4), 711–724. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v7i4.21400>
- Wahyudi, A., Budayasa, I. K., & Lukito, A. (2025). Cognitive transition from arithmetic to structural algebra. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 16(1), 89–101. <https://doi.org/10.15294/kreano.v16i1.41230>
- Wati, S. K., & Dahlan, J. A. (2024). Structural decoding rigidities in formal mathematical texts among bilingual suburban students. *Kalamatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(2), 189–204. <https://doi.org/10.22366/kalamatika.vol9.no2.007>
- Wijaya, T. T., & Kusuma, S. (2023). The resistance of "previously valid knowledge" in algebraic thinking: A deep cognitive exploration. *Kanal: Jurnal Ilmu Komunikasi (Mathematics Education Section)*, 12(1), 33–46. <https://doi.org/10.21070/kanal.v12i1.1567>
- Winarso, W., & Supriadi, N. (2025). High-order thinking skills and algebraic abstraction: Evaluation of national numeracy literacy framework. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika (JIPM)*, 7(1), 12–26. <https://doi.org/10.31004/jipm.v7i1.22340>



- Yanti, F., & Juandi, D. (2024). Heterogeneity of cognitive intake and algebraic learning obstacles in urban private junior high schools. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif (JPMI)*, 7(3), 522–535. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v7i3.21234>
- Yuliana, E., & Supriadi, N. (2022). Textual reduction and semantic filtration strategies among low-performing mathematics students. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika (JIPM)*, 11(1), 45–57. <https://doi.org/10.25273/jipm.v11i1.12140>
- Zahra, F., & Kusuma, S. (2026). Sociolinguistic sensitivity in urban algebra teaching: Scaffolding informal-formal cognitive transitions. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika RI*, 14(2), 115–129. <https://doi.org/10.22342/jpmri.v14i2.24110>
- Zulkardi, Z., Nusantara, T., & Subanji, S. (2026). Deconstructing algebraic manipulation schemas: Linguistic biases and cognitive remediation frameworks. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika RI*, 14(1), 1–15. <https://doi.org/10.22342/jpmri.v14i1.23120>
- Zulkifli, M., & Juandi, D. (2025). Local spoken dialects as bias-makers in formal algebraic modeling. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 10(3), 210–223. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v10i3.19450>