

Hambatan Kognitif Sistem Bilangan Riil: Analisis *Concept Image-Concept Definition* Calon Guru Matematika

Denilson Petrus Rumaikewi¹, Andi Fajeriani Wyrasti², Irfan Irnandi³, Falenthino

Sampouw⁴, Haryanto⁵, Maryo Sopater Istia^{6*}

^{1,2,3,4,5,6*}Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Papua, Manokwari, Indonesia

Article Info

Article history:

Received May 06, 2026

Accepted Jun 13, 2026

Published Online Jul 31, 2026

Keywords:

Calon Guru

Kesalahan Konsep

Hambatan Kognitif

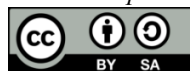
Miskonsepsi

Sistem Bilangan Riil

ABSTRACT

Meskipun studi terdahulu telah mendokumentasikan tingginya tingkat kesalahan mahasiswa pada materi sistem bilangan riil, terdapat kesenjangan empiris yang signifikan mengenai mekanisme kognitif dan faktor kausal yang memicu persistensi miskonsepsi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam diskrepansi antara *concept image* dan *concept definition* serta merumuskan hubungan antara faktor internal, eksternal, dan pembentukan hambatan kognitif pada calon guru matematika. Penelitian kualitatif deskriptif ini melibatkan 26 mahasiswa semester pertama, dengan tiga subjek dipilih secara purposive berdasarkan tingkat kesalahan tertinggi untuk wawancara mendalam dan observasi. Analisis data mengadaptasi model interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña melalui triangulasi metode. Temuan menunjukkan bahwa 100% subjek mengalami kesulitan pada sifat aljabar dan 96% pada translasi notasi interval. Kesalahan konsep mendominasi akibat kegagalan membedakan klasifikasi bilangan dengan sifat operasi, sementara kesalahan prosedur terjadi karena dominasi pemahaman instrumental tanpa landasan relasional. Hambatan ini dipertahankan oleh kolaborasi antara lemahnya kemampuan berpikir abstrak sebagai faktor internal dan minimnya *scaffolding visual* dari metode perkuliahan sebagai faktor eksternal. Secara teoretis, studi ini menawarkan pemahaman baru mengenai bagaimana diskrepansi *concept image-concept definition* berkolaborasi dengan faktor eksternal dalam mempertahankan miskonsepsi. Secara analitis, temuan ini mengindikasikan bahwa intervensi perkuliahan harus secara eksplisit merencanakan *scaffolding visual* untuk menjembatani struktur kognitif mahasiswa yang terfragmentasi, alih-alih sekadar menyampaikan definisi formal.

This is an open access under the CC-BY-SA licence



Corresponding Author:

Maryo Sopater Istia,
Program Studi Pendidikan Matematika,
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Papua, Manokwari, Indonesia,
Jalan Gunung Salju, Amban, Manokwari, Papua Barat
Email: m.istia@unipa.ac.id

How to cite: Rumaikewi, D. P., Wyrasti, A. F., Irnandi, I., Sampouw, F., Haryanto, H., & Istia, M. S. (2026). Hambatan Kognitif Sistem Bilangan Riil: Analisis *Concept Image-Concept Definition* Calon Guru Matematika. *Jurnal Riset Dan Inovasi Pembelajaran*, 6(2), 800–810. <https://doi.org/10.51574/jrip.v6i2.5447>

Hambatan Kognitif Sistem Bilangan Riil: Analisis Concept Image-Concept Definition Calon Guru Matematika

1. Pendahuluan

Sistem bilangan riil merupakan fondasi krusial dalam matematika lanjutan yang berfungsi sebagai prasyarat mutlak untuk penguasaan kalkulus, analisis real, dan aljabar abstrak. Bagi calon guru matematika, pemahaman konseptual yang mendalam terhadap sistem ini bukan sekadar tuntutan akademik, melainkan kompetensi pedagogis esensial yang akan menentukan kualitas pembelajaran matematika di jenjang berikutnya. Namun, transisi dari matematika prosedural di sekolah menengah menuju matematika teoritis di perguruan tinggi sering kali memicu hambatan kognitif yang signifikan. Data asesmen kompetensi mahasiswa pendidikan matematika secara konsisten mengindikasikan bahwa banyak peserta didik masih bergantung pada hafalan algoritma tanpa menginternalisasi struktur logis definisi formal, sehingga rentan terhadap miskonsepsi persisten pada mata kuliah fondasional (OECD, 2023; Olsen et al., 2020). Fenomena ini diperparah oleh beban kognitif yang tinggi ketika mahasiswa dihadapkan pada notasi himpunan, sifat aljabar, dan representasi interval yang menuntut penalaran deduktif tingkat tinggi (Hidayat & Sariningsih, 2020).

Untuk memahami hambatan kognitif ini, analisis kesalahan harus ditinjau melalui lensa teori kognitif, khususnya kerangka kerja dari Tall dan Vinner (1981) mengenai diskrepansi antara concept image dan concept definition, serta teori Skemp (2006) tentang pemahaman instrumental versus relasional. Meskipun studi-studi terdahulu telah banyak memanfaatkan kerangka ini untuk mengidentifikasi miskonsepsi pada topik matematika lanjutan seperti limit dan kalkulus (Liljedahl et al., 2016; Olsen et al., 2020), terdapat keterbatasan kritis dalam penerapannya pada materi fondasional seperti sistem bilangan riil. Penelitian-penelitian sebelumnya cenderung hanya mendokumentasikan adanya ketidakselarasan kognitif atau mengelompokkan kesalahan ke dalam taksonomi semata, tanpa secara mendalam mengurai mekanisme kausal, baik dari faktor internal kognitif mahasiswa maupun eksternal pedagogis, yang menyebabkan concept image yang cacat tersebut terus bertahan. Akibatnya, terjadi kesenjangan empiris di mana literatur yang ada mampu menjelaskan apa yang salah secara konseptual, namun gagal memberikan argumentasi komprehensif mengenai mengapa dominasi pemahaman instrumental tetap mengakar kuat dan memicu persistensi kesalahan prosedural. Kebutuhan untuk menjembatani kesenjangan antara diagnosis kesalahan kognitif dan analisis faktor penyebabnya inilah yang menjadi landasan logis mendesak bagi penelitian saat ini.

Merespons berbagai tantangan tersebut, pendidikan matematika kontemporer mengadvokasi pendekatan pembelajaran yang memposisikan siswa sebagai konstruktor pengetahuan yang aktif, bukan sekadar penerima informasi secara pasif. Dari perspektif konstruktivisme, kecakapan matematika menuntut siswa untuk membangun pemahaman baru dengan menghubungkan konsep-konsep yang belum dikenal dengan kerangka kognitif dan pengalaman sebelumnya yang mereka miliki (Findell, 2002). Proses kognitif ini sangat melekat dalam konteks sosial, sebagaimana diartikulasikan dalam Teori Sosiokultural Vygotsky, yang menyatakan bahwa perkembangan kognitif tingkat tinggi tidak dapat dipisahkan dari lingkungan budaya dan historis tempat pembelajaran berlangsung (Vygotsky et al., 1978). Dalam Zona Perkembangan Proksimal (*Zone of Proximal Development* / ZPD), artefak yang familiar secara budaya seperti bahasa ibu, sistem berhitung tradisional, dan narasi lokal berfungsi sebagai perancah (*scaffolding*) kognitif yang vital untuk menjembatani kesenjangan antara pengetahuan informal sehari-hari dan konsep-konsep akademik formal (Vygotsky et al., 1978). Oleh karena itu, pemahaman matematika tidak diperoleh secara terisolasi, melainkan dikonstruksi bersama melalui interaksi sosial yang bermakna dan aktivitas yang tersituasi secara budaya, sehingga memvalidasi integrasi dana pengetahuan budaya (*cultural funds of knowledge*) siswa ke dalam ruang kelas (Gay, 2018).

Kendati literatur tersebut telah memberikan kontribusi substantif, tinjauan kritis

mengungkap tiga kesenjangan utama yang belum terjamah. Pertama, terdapat bias geografis yang mencolok di mana mayoritas riset kesulitan matematika di Indonesia terkonsentrasi di wilayah Jawa, Sumatera, dan Kalimantan, sementara ekosistem pendidikan di Indonesia Timur, khususnya Papua, masih berada di pinggiran wacana akademik (Wyrasti et al., 2023; Bagus, 2025). Kedua, mahasiswa Papua sering menghadapi “kejutan akademik” akibat transisi kurikulum yang tidak kontinu dan minimnya eksposur terhadap matematika formal berbasis bukti sejak jenjang menengah (Nelson et al., 2022). Ketiga, secara metodologis, penelitian terdahulu cenderung bersifat deskriptif-kuantitatif yang hanya mengklasifikasikan jenis kesalahan, namun jarang melakukan triangulasi kualitatif mendalam untuk mengurai interaksi kompleks antara faktor internal (motivasi, kemampuan berpikir abstrak, kepercayaan diri) dan faktor eksternal (metode dosen, media pembelajaran, lingkungan akademik) yang memicu persistensi miskonsepsi (Liu et al., 2016).

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini tidak terletak pada konteks geografis semata, melainkan pada pengembangan kerangka analisis komprehensif yang menghasilkan pemahaman baru mengenai hubungan dinamis antara *concept image*, *concept definition*, dan faktor penyebab miskonsepsi. Berbeda dengan studi sebelumnya yang hanya mendokumentasikan persentase kesalahan, penelitian ini secara simultan memetakan diskrepansi konseptual, mengategorikan kesalahan ke dalam empat dimensi (konseptual, prosedural, perhitungan, dan pemahaman soal), serta menelusuri mekanisme pemicu melalui triangulasi data kognitif. Pendekatan ini menawarkan lensa diagnostik baru untuk mendekonstruksi bagaimana faktor internal (kemampuan berpikir abstrak) dan eksternal (metode perkuliahan) berkolaborasi dalam membentuk dan mempertahankan hambatan kognitif pada materi fondasional.

Berdasarkan argumentasi mengenai kesenjangan literatur dan urgensi untuk mengisi celah metodologis tersebut, penelitian ini menjadi sangat penting untuk dilakukan sebagai langkah awal dalam merumuskan strategi intervensi yang adaptif bagi mahasiswa yang mengalami “kejutan akademik”. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengungkap secara mendalam hambatan kognitif dan miskonsepsi yang dialami oleh calon guru matematika dalam menyelesaikan permasalahan sistem bilangan riil, sekaligus mengidentifikasi secara komprehensif faktor-faktor internal maupun eksternal yang berkontribusi terhadap persistensi kesulitan belajar tersebut. Pencapaian tujuan ini diharapkan dapat menyediakan landasan empiris yang kokoh bagi pengembangan strategi instruksional berbasis scaffolding visual, sehingga mampu menjembatani kesenjangan antara definisi matematis formal dengan struktur kognitif mahasiswa di lingkungan perguruan tinggi.

2. Metode Penelitian

Jenis Penelitian/Desain

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif kualitatif untuk menyelidiki secara mendalam hambatan kognitif dan pola kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal sistem bilangan riil. Pendekatan kualitatif dipilih untuk menangkap proses penalaran yang bernuansa dan miskonsepsi yang tidak dapat diungkap hanya melalui skor tes kuantitatif. Desain ini memungkinkan eksplorasi mendalam mengenai ketidaksesuaian antara *concept image* mahasiswa dan definisi formal bilangan riil, serta memberikan baseline diagnostik yang komprehensif.

Subjek/Populasi dan Sampel

Subjek dalam penelitian ini adalah 26 mahasiswa calon guru matematika semester pertama di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Papua, yang sedang menempuh mata kuliah Matematika Dasar. Dari populasi tersebut, tiga mahasiswa dipilih secara purposive sebagai sampel kunci untuk wawancara mendalam. Ketiga subjek ini (dikodekan sebagai R1, R2, dan R3) dipilih berdasarkan frekuensi kesalahan konseptual dan

prosedural tertinggi pada tes tertulis, sehingga memastikan kekayaan data untuk analisis wawancara kognitif. Latar belakang demografis ke-26 subjek bervariasi, dengan mayoritas berasal dari jurusan SMA IPA (53,8%) dan tinggal di kos-kosan atau asrama mahasiswa. Tabel 1 akan menunjukkan profil sampel penelitian.

Tabel 1. Profil Demografis Peserta Penelitian

Kategori	Sub-Kategori	Frekuensi	Persentase
Jurusan SMA	IPA	14	53,8%
	IPS	6	23,1%
	SMK	6	23,1%
Tempat Tinggal	Kos	12	46,2%
	Asrama	8	30,8%
	Rumah Keluarga	6	23,0%

Instrumen

Data dikumpulkan menggunakan tiga instrumen utama: tes, wawancara semi-terstruktur, dan lembar observasi. Tes tertulis terdiri dari delapan soal uraian yang mencakup sifat-sifat bilangan riil, simbol himpunan, notasi interval, dan operasi aritmetika. Pedoman wawancara dirancang untuk menggali proses kognitif di balik kesalahan mahasiswa, sementara lembar observasi menangkap perilaku belajar. Untuk memastikan validitas instrumen, penilaian ahli (*expert judgment*) dilakukan oleh dua dosen pendidikan matematika.

Prosedur/Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dalam tiga tahap utama. Pertama, tes tertulis yang terdiri dari delapan butir soal diberikan kepada ke-26 mahasiswa selama sesi perkuliahan reguler untuk mengidentifikasi jenis dan frekuensi kesalahan. Kedua, lembar jawaban mahasiswa dianalisis dan diberi skor untuk memilih tiga subjek yang menunjukkan hambatan kognitif paling parah. Ketiga, wawancara semi-terstruktur dilakukan dengan subjek yang terpilih (R1, R2, dan R3) untuk mengungkap akar penyebab kesalahan mereka, dengan fokus pada *concept image* dan pengalaman belajar mereka. Sepanjang proses, triangulasi metode diterapkan untuk memastikan kredibilitas data.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan model interaktif yang diusulkan oleh Miles, Huberman, dan Saldaña (2014), yang terdiri dari tiga alur aktivitas bersamaan: kondensasi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan/verifikasi. Pada tahap awal, jawaban tes mahasiswa dikategorikan ke dalam empat jenis kesalahan: konseptual, prosedural, perhitungan, dan pemahaman soal. Transkrip wawancara kemudian dikodekan untuk mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang berkontribusi terhadap kesalahan tersebut. Terakhir, data yang telah disajikan disintesis untuk menarik kesimpulan mengenai hambatan kognitif spesifik yang dihadapi oleh calon guru matematika.

3. Hasil dan Pembahasan

Tingkat Kesulitan dan Distribusi Kesalahan Mahasiswa

Penelitian ini melibatkan 26 mahasiswa semester pertama yang mengerjakan tes terdiri dari delapan butir soal mengenai sistem bilangan riil. Berdasarkan analisis tingkat kesukaran (Tabel 2), soal nomor 2 (sifat-sifat aljabar) dan nomor 8 (translasi notasi interval ke garis bilangan) dikategorikan sangat sukar, dengan masing-masing 100% dan 96% mahasiswa mengalami kesulitan. Sebaliknya, soal nomor 5 dan 6 (operasi aritmetika dasar) relatif mudah. Distribusi ini mengindikasikan bahwa mahasiswa lebih mampu menyelesaikan soal komputasional mekanis daripada soal yang menuntut penalaran konseptual dan translasi representasi. Distribusi ini mengindikasikan bahwa mahasiswa lebih mampu menyelesaikan soal yang bersifat komputasional mekanis dibandingkan soal yang menuntut penalaran konseptual dan translasi representasi.

Tabel 2. Rekapitulasi Tingkat Kesukaran Butir Soal

No Soal	Rendah (%)	Sedang (%)	Tinggi (%)	Keterangan Dominan
1	0%	62%	38%	Sedang
2	0%	0%	100%	Tinggi
3	0%	46%	54%	Tinggi
4	15%	15%	70%	Tinggi
5	65%	4%	31%	Rendah
6	46%	15%	39%	Rendah
7	42%	8%	50%	Tinggi
8	0%	4%	96%	Tinggi

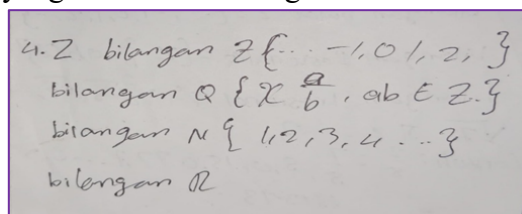
Analisis Kesalahan Kognitif dan Proses Berpikir Mahasiswa

Melalui triangulasi data tes, wawancara, dan observasi, ditemukan empat jenis kesalahan dominan. Berbeda dengan studi deskriptif biasa, penelitian ini mengungkap mekanisme kognitif di balik kesalahan tersebut melalui proses berpikir subjek.

Berdasarkan hasil tes dan wawancara mendalam terhadap tiga subjek berkesulitan tinggi, yaitu R1, R2, dan R3, ditemukan empat jenis kesalahan dominan:

Kesalahan Konsep

Kesalahan ini paling dominan terjadi ketika mahasiswa gagal membedakan antara klasifikasi himpunan bilangan dengan sifat-sifat operasi aljabar. Pada soal nomor 1, subjek R1 memberikan dua jawaban yang bertolak belakang dalam satu lembar jawaban.



Gambar 1. Jawaban Subjek R1 Menunjukkan Kesalahan Konsep dalam Menginterpretasikan Simbol Himpunan

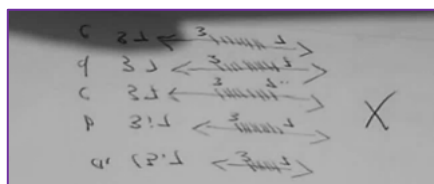
Triangulasi wawancara mengungkap kebingungan kognitif yang dialami R1:

“Itu karena saya sendiri yang mau menambahkan, hukum komutatif... [tapi] jawaban yang benar adalah bilangan rasional, bilangan irasional, bilangan bulat, bilangan asli” (R1, Wawancara).

Kutipan ini membuktikan bahwa R1 mengalami blokade kognitif; ia secara keliru mengkategorikan “jenis-jenis bilangan” sebagai “sifat-sifat operasi aljabar”. Hal serupa terjadi pada R2 saat ditanya mengenai makna simbol himpunan ($\mathbb{Z}$, $\mathbb{N}$, $\mathbb{Q}$, $\mathbb{R}$) pada soal nomor 4. R2 menyatakan: *“Saya sangat bingung dan tidak paham makna dari simbol tersebut”*. Observasi menunjukkan bahwa subjek menebak-nebak jawaban tanpa landasan logis, mengonfirmasi bahwa mereka tidak memiliki struktur konseptual yang utuh.

Kesalahan Prosedur

Kesalahan ini muncul secara eksplisit pada tugas translasi notasi interval ke garis bilangan (soal nomor 5 dan 8). Subjek R2 dan R3 mengalami kebingungan dalam menentukan penggunaan tanda kurung buka dan siku.



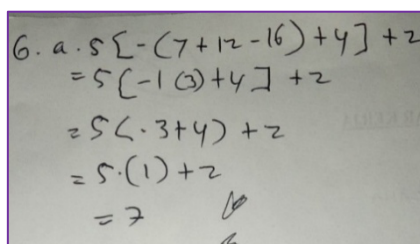
Gambar 2. Jawaban Subjek R2 Menunjukkan Kesalahan Prosedur pada Translasi Notasi Interval ke Garis Bilangan

Ketika dikonfirmasi mengenai kesalahannya pada soal nomor 5, R2 mengungkapkan: “*Karena saya tidak paham notasi interval dan garis bilangan, makanya saya tidak bisa untuk menjawab dengan benar.*” (R2, Wawancara).

Proses berpikir R2 menunjukkan bahwa ia tidak memiliki prosedur mental yang sistematis untuk memetakan representasi simbolik ke dalam representasi visual. Ia hanya menghafal bentuk notasi tanpa memahami makna logis di balik simbol kurung tersebut.

Kesalahan Perhitungan dan Keempat, Kesalahan Memahami Soal

Kedua kesalahan ini saling berkolaborasi pada subjek R3. Pada soal nomor 6 (operasi bentuk akar), R3 melakukan kesalahan manipulasi aljabar. Namun, temuan yang lebih kritis terjadi pada soal nomor 7 dan 8 yang sama sekali tidak dijawab oleh R3.



$$\begin{aligned}
 6. a. & 5 \{ -(7+12-16) + 4 \} + 2 \\
 &= 5 \{ -1(3) + 4 \} + 2 \\
 &= 5 \{ -3 + 4 \} + 2 \\
 &= 5 \cdot (1) + 2 \\
 &= 7
 \end{aligned}$$

Gambar 3. Jawaban Subjek R3 pada Soal Nomor 6 yang Menunjukkan Kesalahan Perhitungan dan Keterbatasan Manajemen Waktu

Triangulasi wawancara dan observasi (yang mencatat perilaku R3 yang tampak terburu-buru dan pasif di menit akhir) mengungkap mekanisme *cognitive overload*:

“*Karena waktu untuk kerja soal sudah habis... yang membuat saya tidak kerja soal tersebut karena saya tidak terlalu paham dan tidak mengerti.*” (R3, Wawancara).

Kutipan ini menunjukkan bahwa kegagalan R3 bukan sekadar kecerobihan, melainkan kegagalan total pada tahap awal pemecahan masalah (memahami soal). Ketidapahaman konsep menyebabkan beban kognitif yang tinggi, yang pada akhirnya menguras alokasi waktu dan memicu kegagalan komputasional.

Mekanisme Pembentukan Hambatan Kognitif

Temuan empiris di atas memberikan bukti kuat mengenai adanya diskrepansi antara *concept image* dan *concept definition* (Tall & Vinner, 1981). Kutipan wawancara R1 dan R2 membuktikan bahwa *concept image* mereka terfragmentasi; mereka hanya mengingat label-label bilangan (rasional, irasional) dari memori sekolah menengah, tetapi gagal mengonstruksi *concept definition* yang utuh mengenai sistem aksioma bilangan riil.

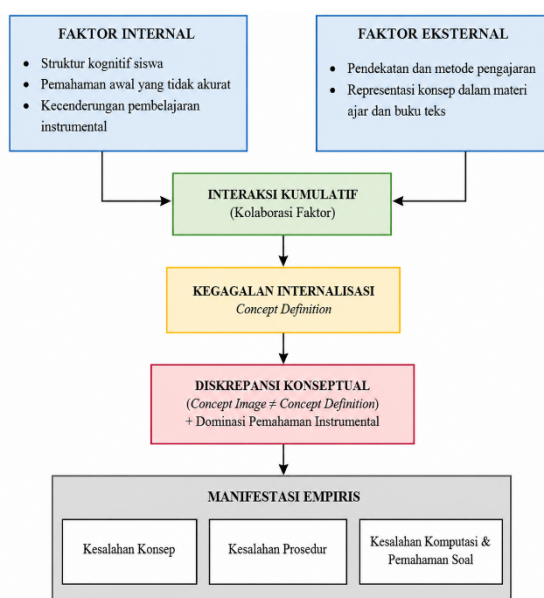
Lebih lanjut, kesalahan prosedural yang dilakukan R2 dan R3 mengonfirmasi teori Skemp (1976) mengenai dominasi pemahaman instrumental. Mahasiswa memiliki pengetahuan instrumental (tahu bahwa notasi interval ada), tetapi tidak memiliki pemahaman relasional (tidak tahu mengapa notasi $(3, 7]$ direpresentasikan secara visual berbeda dengan $[3, 7]$). Ketika dihadapkan pada tugas translasi representasi, pengetahuan instrumental mereka runtuh karena tidak memiliki landasan relasional untuk menavigasi konsep tersebut.

Temuan penelitian ini memberikan bukti empiris yang kuat mengenai adanya diskrepansi (ketidakselarasan) antara *concept image* dan *concept definition* pada mahasiswa calon guru, sebagaimana diuraikan dalam kerangka kerja Tall dan Vinner (Tall & Vinner, 1981). Kesalahan konsep yang dominan di mana mahasiswa menyamakan jenis-jenis bilangan dengan sifat-sifat operasi aljabar menunjukkan bahwa mahasiswa hanya memiliki *concept image* yang terfragmentasi dan cacat. Mereka gagal mengonstruksi pemahaman yang utuh bahwa sistem bilangan riil bukan sekadar kumpulan jenis bilangan, melainkan sebuah sistem yang diatur oleh aksioma dan sifat-sifat aljabar yang ketat. Ketidakmampuan memahami simbol himpunan

$\mathbb{Z}$, $\mathbb{Q}$, $\mathbb{R}$) semakin mengonfirmasi bahwa definisi formal yang diajarkan di perkuliahan belum berhasil diinternalisasi ke dalam struktur kognitif mahasiswa. Temuan ini sejalan dengan penelitian Hartati (2020), Riana et al. (2024) serta Martin dan Gusteti (2021), yang menyatakan bahwa kelemahan dalam berpikir abstrak menjadi akar utama kesalahan konsep pada materi bilangan riil.

Model Konseptual Pembentukan Hambatan Kognitif

Berdasarkan sintesis temuan, penelitian ini merumuskan sebuah model konseptual yang menjelaskan mekanisme pembentukan hambatan kognitif pada materi fondasional (lihat Gambar 4). Model ini mempostulasikan bahwa hambatan kognitif tidak muncul secara isolatif, melainkan merupakan hasil dari interaksi kumulatif.



Gambar 4. Model Konseptual Pembentukan Hambatan Kognitif

Model ini berkontribusi pada teori Tall dan Vinner (1981) dengan membuktikan bahwa diskrepansi konseptual pada matematika perguruan tinggi tidak hanya bersumber dari kompleksitas materi, tetapi secara sistematis dipertahankan oleh ekosistem pedagogis yang tidak menyediakan jembatan kognitif (*scaffolding*) yang memadai.

Implikasi dan Batasan Generalisasi

Secara teoretis, model konseptual ini menawarkan lensa diagnostik baru untuk mendekonstruksi bagaimana miskonsepsi bertahan dalam ekosistem pembelajaran. Secara praktis, temuan ini mengindikasikan bahwa intervensi perkuliahan Matematika Dasar tidak dapat lagi bertumpu pada penyampaian definisi formal semata, melainkan harus secara eksplisit merekayasa *scaffolding visual* untuk menjembatani *concept definition* yang abstrak dengan *concept image* mahasiswa.

Meskipun model dan temuan ini menawarkan kedalaman analitis yang signifikan, generalisasi temuan dibatasi oleh ruang lingkup penelitian. Studi ini secara spesifik merefleksikan dinamika kognitif mahasiswa tahun pertama yang mengalami transisi akademik (“kejutan akademik”) di konteks pendidikan Indonesia Timur. Oleh karena itu, generalisasi terhadap populasi mahasiswa di institusi dengan budaya akademik yang lebih mapan, atau pada materi matematika lanjutan yang tidak memerlukan translasi representasi visual secara intensif, memerlukan investigasi lebih lanjut. Penelitian ini tidak bertujuan untuk menyamaratakan seluruh bentuk miskonsepsi matematis, melainkan menyediakan peta diagnostik spesifik mengenai mekanisme hambatan kognitif pada materi fondasional.

4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini menyimpulkan bahwa mahasiswa calon guru matematika mengalami tingkat kesulitan yang sangat tinggi dalam menyelesaikan permasalahan sistem bilangan riil, yang secara fundamental berakar pada hambatan kognitif berupa miskonsepsi. Kesulitan ini termanifestasi secara dominan melalui kesalahan konsep dan kesalahan prosedur. Kesalahan konsep terjadi akibat diskrepansi yang signifikan antara *concept image* dan *concept definition*, di mana mahasiswa gagal membedakan antara klasifikasi bilangan dengan sifat-sifat operasi aljabar, serta tidak memahami makna dari simbol-simbol himpunan. Di sisi lain, kesalahan prosedur muncul secara jelas pada tugas-tugas yang menuntut translasi representasi, seperti mengubah notasi interval ke dalam garis bilangan, yang mengindikasikan bahwa pemahaman mahasiswa masih terjebak pada level instrumental tanpa landasan relasional yang utuh. Hambatan kognitif ini diperparah oleh kolaborasi antara faktor internal, seperti lemahnya kemampuan berpikir abstrak dan fondasi matematika sekolah menengah yang rapuh, serta faktor eksternal, berupa metode perkuliahan yang monoton dan minimnya penggunaan media visual sebagai *scaffolding* pembelajaran.

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah tersedianya pemahaman baru mengenai mekanisme bagaimana faktor internal dan eksternal berkolaborasi dalam memicu diskrepansi konseptual dan mempertahankan miskonsepsi pada materi fondasional. Temuan ini menegaskan bahwa kesulitan belajar pada materi bilangan riil bukan sekadar masalah teknis, melainkan refleksi dari kegagalan internalisasi definisi formal ke dalam struktur kognitif mahasiswa. Meskipun demikian, generalisasi temuan ini dibatasi secara spesifik pada konteks mahasiswa tahun pertama yang mengalami transisi akademik di Indonesia Timur, dan tidak dimaksudkan untuk menyamaratakan seluruh bentuk miskonsepsi pada materi matematika lanjutan yang tidak memerlukan translasi representasi visual secara intensif.

Berdasarkan temuan dan keterbatasan tersebut, penelitian ini merekomendasikan beberapa langkah strategis untuk perbaikan pembelajaran di masa depan. Bagi para dosen pengampu mata kuliah Matematika Dasar, sangat disarankan untuk merancang intervensi pembelajaran yang secara eksplisit menjembatani konsep abstrak dengan pengalaman konkret mahasiswa melalui pemanfaatan media visual dinamis, perangkat lunak geometri, dan pendekatan kontekstual, sehingga mampu meremediasi miskonsepsi secara dini. Selanjutnya, bagi peneliti di bidang pendidikan matematika, disarankan untuk mengembangkan dan menguji efektivitas bahan ajar atau modul yang dirancang khusus dengan prinsip *visual-scaffolding* untuk mengatasi diskrepansi *concept image* dan *concept definition*. Penelitian selanjutnya juga perlu memperluas cakupan investigasi ke berbagai institusi pendidikan tinggi di wilayah Indonesia Timur lainnya untuk memperoleh komparasi yang lebih komprehensif mengenai transisi akademik mahasiswa dari sekolah menengah ke perguruan tinggi.

5. Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

6. Kontribusi Penulis

D.P.R. mengagas ide penelitian yang disajikan, melakukan investigasi, dan mengumpulkan data. M.S.I. berkontribusi aktif dalam pengembangan teori, metodologi, organisasi dan analisis data, pembahasan hasil, serta memimpin proses penyusunan dan revisi naskah. A.F.W. dan I.I. memberikan supervisi, validasi, dan tinjauan kritis terhadap naskah. F.S. dan H. berkontribusi dalam penyediaan sumber daya dan validasi luaran penelitian. Seluruh penulis mengonfirmasi bahwa mereka telah membaca dan menyetujui versi akhir dari naskah ini. Persentase kontribusi untuk konseptualisasi, penyusunan, dan revisi naskah ini adalah sebagai berikut: D.P.R.: 35%, M.S.I.: 20%, A.F.W.: 20%, I.I.: 10%, F.S.: 8%, dan H.: 7%.

7. Pernyataan Ketersediaan Data

Penulis menyatakan data yang mendukung hasil penelitian ini akan disediakan oleh penulis koresponden (M.S.I), atas permintaan yang wajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagus, B. (2025). Analisis Kesulitan Belajar Matematika pada Mahasiswa Calon Guru Madrasah Ibtidaiyah: Studi Kasus di IAIN Pontianak. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(1), 85–99. <https://doi.org/10.20527/edumat.v13i1.21406>
- Findell, B. (2002). Adding it up: Helping children learn mathematics. In *Book Reviews*. National Academy Press. <ftp://129.132.148.131/EMIS/journals/ZDM/zdm026r1.pdf>
- Gay, G. (2018). Culturally Responsive Teaching: Theory, Research, and Practice. Third Edition. Multicultural Education Series. *Teachers College Press*.
- Hartati, L. (2020). Analisis Kesulitan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal. *Prosiding Seminar Nasional Sains*, 1(1), 373–381. <https://proceeding.unindra.ac.id/index.php/sinasis/article/view/4065>
- Hidayat, W., & Sariningsih, R. (2020). Profil Kemampuan Penalaran Kreatif Matematis Mahasiswa Calon Guru. *Jurnal Elemen*, 6(1), 108–127. <https://doi.org/10.29408/jel.v6i1.1738>
- Liljedahl, P., Santos-Trigo, M., Malaspina, U., & Bruder, R. (2016). *Problem Solving in Mathematics Education* (pp. 1–39). https://doi.org/10.1007/978-3-319-40730-2_1
- Liu, S., Hallinger, P., & Feng, D. (2016). Supporting the professional learning of teachers in China: Does principal leadership make a difference? *Teaching and Teacher Education*, 59, 79–91. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.05.023>
- Martin, S. N., & Gusteti, M. U. (2021). Analisis Kesulitan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Bilangan Riil. *HISTOGRAM: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 387–397. <https://doi.org/10.31100/histogram.v4i2.694>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2016). Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook (3rd ed.). In *Educacao e Sociedade* (Vol. 1, Issue 1).
- Nelson, G., Crawford, A., Hunt, J., Park, S., Leckie, E., Duarte, A., Brafford, T., Ramos-Duke, M., & Zarate, K. (2022). A Systematic Review of Research Syntheses on Students with Mathematics Learning Disabilities and Difficulties. *Learning Disabilities Research and Practice*, 37(1), 18–36. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12272>
- OECD. (2023). PISA 2022 Results The State of Learning and Equity in Education Volume I. In *OECD Publishing: Vol. I*.
- Olsen, J., Lew, K., & Weber, K. (2020). Metaphors for learning and doing mathematics in advanced mathematics lectures. *Educational Studies in Mathematics*, 105(1), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09968-x>
- Riana, D., Wyrasti, A. F., Irnandi, I., Barat, M., & Barat, P. (2024). *MATEMATIS SISWA MTsS PONDOK MODERN DAN*. 4(1), 327–340.
- Skemp, R. R. (2006). Relational Understanding and Instrumental Understanding. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 12(2), 88–95. <https://doi.org/10.5951/mtms.12.2.0088>
- Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12(2), 151–169. <https://doi.org/10.1007/BF00305619>

- Vygotsky, L. S., Cole, M., John-Steiner, V., Scribner, S., Souberman, E., & Wertsch, J. V. (1978). L. S. Vygotsky: Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes. *The American Journal of Psychology*, 92(1), 166. <https://doi.org/10.2307/1421493>
- Wyrasti, A. F., Haryanto, H., Simamora, E. W., Purwati, P., Irnandi, I., Firmansyah, F., Siregar, N. N., & Ode, A. S. (2023). Exploration of the Counting Habit of the Hatam Tribe in Nuhuwei Papua Barat Indonesia. *JTAM (Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika)*, 7(1), 262. <https://doi.org/10.31764/jtam.v7i1.10448>

Biografi Penulis

	Denilson Petrus Rumaikewi adalah mahasiswa pada Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Papua, Indonesia. Email: wayeni420@gmail.com
	Andi Fajeriani Wyrasti adalah dosen dan Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Papua, Indonesia. Minat penelitiannya mencakup pendidikan matematika, etnomatematika, dan pengembangan bahan ajar. Email: a.wyrasti@unipa.ac.id .
	Irfan Irnandi adalah dosen pada Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Papua, Indonesia. Minat penelitiannya meliputi pendidikan matematika, analisis kognitif, dan pemecahan masalah. Email: i.irnandi@unipa.ac.id
	Falenthino Sampouw adalah dosen pada Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Papua, Indonesia. Minat penelitiannya berfokus pada evaluasi pendidikan matematika, media pembelajaran, dan teknologi pendidikan. Email: f.sampouw@unipa.ac.id
	Haryanto adalah dosen pada Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Papua, Indonesia. Minat penelitiannya mencakup pendidikan matematika, setnomatematika, dan strategi instruksional. Email: h.haryanto@unipa.ac.id



Maryo Sopater Istia adalah dosen pada Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Papua, Indonesia. Minat penelitiannya mencakup pengembangan kurikulum matematika, etnomatematika, dan pedagogi responsif budaya. Email: m.istia@unipa.ac.id