



Efektivitas Model Problem-Based Learning Berbasis Aplikasi GeoGebra untuk Meningkatkan Kemampuan Proses Representasi Aljabar Linear pada Mahasiswa

Syarifuddin

Universitas Muhammadiyah Bima

Corresponding Author: syarifuddin@umbima.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas model Problem-Based Learning (PBL) berbasis aplikasi GeoGebra dalam meningkatkan kemampuan proses representasi aljabar linear pada mahasiswa. Desain penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif kuasi-eksperimen dengan Non-Equivalent Control Group Design yang melibatkan 60 mahasiswa dari salah satu Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan (LPTK) di Kota Bima, Nusa Tenggara Barat, yang terbagi ke dalam kelas eksperimen ($n=30$) dan kelas kontrol ($n=30$). Instrumen pengumpulan data berupa tes kemampuan representasi aljabar linear yang telah divalidasi secara isi dan konstruk. Data dianalisis menggunakan uji-t independen, analisis N-Gain, dan Effect Size (Cohen's d). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan representasi aljabar linear mahasiswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol ($t = 8,74$; $p < 0,001$). Nilai N-Gain kelas eksperimen berada pada kategori tinggi ($\bar{g} = 0,79$), sedangkan kelas kontrol berada pada kategori sedang ($\bar{g} = 0,41$). Analisis Effect Size menghasilkan nilai Cohen's $d = 1,62$, yang mengindikasikan efek yang sangat besar dari penerapan model PBL berbasis GeoGebra. Temuan ini memberikan bukti empiris yang kuat bahwa integrasi model PBL dengan teknologi GeoGebra secara signifikan meningkatkan kemampuan representasi aljabar linear mahasiswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional, sekaligus membuka implikasi strategis bagi pengembangan pedagogi matematika tingkat tinggi.

Kata Kunci: Problem-Based Learning; GeoGebra; Representasi Aljabar Linear; Kemampuan Matematis

This is an open access article under the CC - BY license.



PENDAHULUAN

Transformasi digital dalam pendidikan tinggi telah mendorong pergeseran paradigmatik yang fundamental dalam pendekatan pembelajaran matematika, khususnya di bidang aljabar linear yang merupakan landasan kritis bagi pengembangan kompetensi matematis mahasiswa pada jenjang lanjut (Hohenwarter et al., 2022; Juandi et al., 2021). Kapasitas mahasiswa untuk mengonstruksi, mengartikulasikan, dan mentransformasi representasi matematis—baik dalam bentuk simbolik, grafis, maupun numerik—telah diakui secara luas sebagai indikator utama kedalaman pemahaman konseptual yang tidak dapat dipenuhi melalui pendekatan transmisi konvensional semata (Hwang & Hu, 2023; Fatimah et al., 2020). Dalam konteks aljabar linear, kemampuan representasi mencakup kompetensi multidimensional yang melibatkan translasi antar moda representasi, penalaran abstrak, dan konstruksi makna berbasis konteks, sehingga menuntut pendekatan pedagogis yang secara aktif mengintegrasikan eksplorasi visual, problem-solving autentik, dan umpan balik teknologis yang adaptif (Nurdin et al., 2022; Bray & Tangney, 2020). Urgensi pengembangan kemampuan representasi aljabar linear semakin menguat seiring meningkatnya tuntutan kompetensi abad ke-21 yang menekankan pemikiran kritis, penalaran matematis tingkat tinggi, dan literasi teknologi sebagai prasyarat profesional di berbagai bidang keilmuan (Juandi & Tamur, 2021; Syawahid & Putrawangsa, 2020).

Data internasional dari Programme for International Student Assessment (PISA) 2022 menunjukkan bahwa kemampuan matematis mahasiswa di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia, masih berada pada level yang jauh di bawah rata-rata OECD, dengan skor rata-rata Indonesia sebesar 366 poin berbanding rata-rata OECD 472 poin, yang mengindikasikan defisit kompetensi matematis yang substansial (OECD, 2023). Pada tingkat nasional, survei yang dilakukan oleh Pusat Asesmen dan Pembelajaran (PUSMENJAR) Kemendikbudristek tahun 2022 mengungkap bahwa lebih dari 60% mahasiswa di perguruan tinggi Indonesia

mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah aljabar abstrak yang membutuhkan kemampuan representasi multimoda (Kemendikbudristek, 2022). Data regional di Nusa Tenggara Barat menunjukkan kondisi yang lebih memprihatinkan, di mana rerata nilai ujian kompetensi matematika mahasiswa LPTK berada di angka 52,3 dari skala 100, dengan persentase mahasiswa yang mencapai kategori tuntas tidak lebih dari 38,5% (Dinas Pendidikan NTB, 2022). Kondisi ini mencerminkan adanya kesenjangan metodologis yang signifikan antara praktik pembelajaran yang berlangsung dan kebutuhan kompetensi yang diharapkan, sehingga mengharuskan inovasi pedagogi yang sistematis dan berbasis bukti empiris.

Observasi awal dilaksanakan pada tanggal 10–15 Februari 2024 di Program Studi Pendidikan Matematika LPTK Kota Bima, Nusa Tenggara Barat. Pengamatan difokuskan pada dua kelas paralel mata kuliah Aljabar Linear yang masing-masing terdiri dari 30 mahasiswa. Data dikumpulkan melalui tes diagnostik kemampuan representasi matematis, observasi kelas, dan wawancara terfokus dengan dosen pengampu. Hasil tes diagnostik menunjukkan distribusi nilai yang memprihatinkan, sebagaimana tersaji dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data Hasil Observasi Awal Kemampuan Representasi Aljabar Linear Mahasiswa (Februari 2024)

Indikator Representasi	Kelas A (n=30) Rerata	Kelas A Kategori	Kelas B (n=30) Rerata	Kelas B Kategori
Representasi Simbolik	48,3	Rendah	46,7	Rendah
Representasi Visual/Grafis	51,2	Rendah	49,8	Rendah
Representasi Numerik	54,6	Sedang	52,1	Rendah
Translasi Antarmoda	43,7	Rendah	42,9	Rendah
Rerata Keseluruhan	49,5	Rendah	47,9	Rendah
% Mahasiswa Tuntas (≥ 70)	16,7%	–	13,3%	–

Sumber: Data Primer Observasi Awal Peneliti (Februari 2024)

Data Tabel 1 mengungkap kondisi yang membutuhkan intervensi pedagogis segera dan terencana. Rerata kemampuan representasi aljabar linear Kelas A sebesar 49,5 dan Kelas B sebesar 47,9 keduanya berada pada kategori rendah berdasarkan kriteria Penilaian Acuan Patokan (PAP). Aspek yang paling rendah adalah kemampuan translasi antarmoda representasi, dengan rerata Kelas A hanya 43,7 dan Kelas B 42,9, mengindikasikan bahwa mahasiswa mengalami hambatan serius dalam menghubungkan representasi simbolik, grafis, dan numerik secara integratif. Persentase ketuntasan yang sangat rendah, yakni 16,7% untuk Kelas A dan 13,3% untuk Kelas B, mempertegas bahwa pendekatan pembelajaran ekspositori yang selama ini digunakan tidak mampu memfasilitasi perkembangan kemampuan representasi matematis secara optimal. Data ini menjadi basis empiris yang kuat untuk merancang intervensi pembelajaran berbasis model PBL yang diintegrasikan dengan GeoGebra sebagai platform teknologis yang terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan representasi visual dan simbolik secara simultan (Hohenwarter et al., 2022; Nurdin et al., 2022).

Adopsi model Problem-Based Learning (PBL) yang diintegrasikan dengan aplikasi GeoGebra merepresentasikan solusi pedagogis yang inovatif, adaptif, dan secara konseptual kokoh untuk mengatasi defisit kemampuan representasi aljabar linear yang telah teridentifikasi. Model PBL menempatkan mahasiswa sebagai agen aktif dalam proses konstruksi pengetahuan melalui pemecahan masalah autentik yang kontekstual, sehingga mendorong keterlibatan kognitif tingkat tinggi dan pengembangan keterampilan metakognitif yang tidak dapat difasilitasi oleh pendekatan transmisif (Barrows, 1980; Hmelo-Silver, 2020; Hwang & Hu, 2023). Dalam kerangka Learning to Know, model PBL memfasilitasi mahasiswa untuk membangun pemahaman konseptual yang mendalam melalui eksplorasi masalah berbasis representasi aljabar linear yang autentik, sementara GeoGebra menyediakan lingkungan visual-dinamis yang memungkinkan verifikasi langsung terhadap konsep yang sedang dikonstruksi (Bray & Tangney, 2020). Dimensi Learning to Do termanifestasi ketika mahasiswa mengoperasikan GeoGebra untuk mentransformasi representasi simbolik ke representasi grafis secara interaktif, melatih keterampilan prosedural sekaligus mengembangkan pemahaman relasional. Learning to Be teraktualisasi melalui proses refleksi mandiri yang integral dalam siklus PBL, di mana mahasiswa mengembangkan kepercayaan diri matematis dan disposisi positif terhadap kompleksitas aljabar. Adapun Learning to Live Together terwujud dalam fase kolaborasi kelompok PBL, saat mahasiswa secara bersama-sama membangun solusi representatif terhadap masalah aljabar linear yang dihadapi, mengembangkan literasi komunikasi matematis yang esensial untuk kehidupan profesional. Secara teoritis, model ini berakar pada konstruktivisme sosial Vygotsky (Zone of Proximal Development) yang menekankan peran mediasi sosial dan teknologi dalam perolehan pengetahuan matematis tingkat tinggi (Vygotsky, 1978; Nurdin et al., 2022).

Kajian terhadap literatur internasional bereputasi dalam lima hingga sepuluh tahun terakhir menunjukkan tren penelitian yang signifikan dalam integrasi teknologi dinamis khususnya GeoGebra dengan pendekatan pembelajaran berbasis masalah untuk mengembangkan kemampuan matematis mahasiswa di jenjang pendidikan tinggi. [Hwang & Hu \(2023\)](#) dalam studi meta-analisisnya terhadap 87 penelitian eksperimen menemukan bahwa integrasi GeoGebra dengan model PBL menghasilkan peningkatan kemampuan representasi matematis dengan effect size sebesar $d = 1,34$. [Hohenwarter et al. \(2022\)](#) menegaskan bahwa GeoGebra secara unik mampu memfasilitasi transisi antara representasi simbolik dan visual, yang merupakan inti dari kesulitan mahasiswa dalam aljabar linear. [Fatimah et al. \(2020\)](#) dan [Nurdin et al. \(2022\)](#) mengeksplorasi implementasi PBL pada mata kuliah matematika di konteks LPTK Indonesia dan menemukan peningkatan pemahaman konseptual yang signifikan pada kelompok eksperimen. [Bray & Tangney \(2020\)](#) menelaah peran teknologi dalam konstruksi representasi matematis dan menekankan pentingnya lingkungan digital yang adaptif. [Juandi et al. \(2021\)](#) dan [Juandi & Tamur \(2021\)](#) melakukan meta-analisis komprehensif terhadap efektivitas model PBL dalam pembelajaran matematika di Indonesia dan melaporkan pola peningkatan yang konsisten di berbagai konteks institusional. [Syawahid & Putrawangsa \(2020\)](#) menginvestigasi dimensi representasi matematis dalam konteks teknologi dan menemukan bahwa mahasiswa dengan eksposur GeoGebra menunjukkan fleksibilitas representasional yang lebih tinggi. Penelitian-penelitian ini secara kolektif mengokohkan basis teoritis dan empiris bagi integrasi PBL–GeoGebra sebagai pendekatan pedagogis unggul untuk pengembangan kemampuan representasi aljabar linear.

Meskipun literatur yang ada telah memberikan kontribusi substansial terhadap pemahaman mengenai efektivitas integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika, sejumlah celah penelitian (research gap) yang kritis masih belum terjawab secara tuntas. Pertama, mayoritas studi yang ada berfokus pada kemampuan matematis umum atau topik geometri, sementara penelitian yang secara spesifik mengkaji kemampuan proses representasi aljabar linear dalam kerangka PBL berbasis GeoGebra di jenjang pendidikan tinggi masih sangat terbatas ([Hwang & Hu, 2023](#); [Juandi et al., 2021](#)). Kedua, sebagian besar penelitian dilaksanakan di konteks pendidikan tinggi Barat atau Asia Timur, sehingga validitas ekologis temuan untuk konteks LPTK di Indonesia Timur—dengan karakteristik kesiapan teknologi, budaya belajar, dan infrastruktur yang berbeda—belum dapat diasumsikan secara langsung ([Nurdin et al., 2022](#); [Fatimah et al., 2020](#)). Ketiga, inkonsistensi metodologis dalam operasionalisasi konstruk "kemampuan representasi" lintas studi menyebabkan komparabilitas hasil menjadi problematik; banyak penelitian sebelumnya menggunakan instrumen yang tidak secara eksplisit mengukur proses representasi sebagai konstruk multidimensional ([Bray & Tangney, 2020](#)). Keempat, keterbatasan dalam analisis efektivitas yang komprehensif yang mencakup tidak hanya signifikansi statistik tetapi juga ukuran efek dan kategori gain ternormalisasi menghasilkan kesimpulan yang parsial dan tidak dapat dijadikan dasar kebijakan pedagogi yang terukur. Celah-celah ini secara argumentatif memvalidasi urgensi penelitian yang dirancang khusus untuk menginvestigasi konteks, konstruk, dan desain metodologis yang belum tereksplorasi tersebut.

Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada tiga dimensi kontribusi orisinal yang belum dipresentasikan secara terintegrasi dalam literatur yang ada. Pertama, dari aspek konseptual, penelitian ini mengoperasionalkan kemampuan proses representasi aljabar linear sebagai konstruk empat-dimensi meliputi representasi simbolik, visual, numerik, dan translasi antarmoda dalam satu instrumen tes yang kohesif, berbeda dari studi-studi sebelumnya yang cenderung mengukur satu dimensi representasi secara terpisah ([Nurdin et al., 2022](#); [Hohenwarter et al., 2022](#)). Kedua, dari aspek metodologis, penelitian ini mengimplementasikan desain kuasi-eksperimen yang dilengkapi dengan analisis efektivitas tiga-lapis (uji-t, N-Gain, dan Cohen's d), memungkinkan evaluasi yang komprehensif dan multidimensional terhadap dampak intervensi pedagogis yang belum lazim dilakukan dalam konteks penelitian matematika di LPTK Indonesia ([Juandi et al., 2021](#); [Hwang & Hu, 2023](#)). Ketiga, dari aspek kontekstual, penelitian ini merupakan studi pertama yang secara sistematis mengkaji efektivitas PBL berbasis GeoGebra untuk kemampuan representasi aljabar linear di LPTK Kota Bima, NTB, berkontribusi pada pengetahuan yang relevan secara lokal sekaligus dapat digeneralisasi pada konteks LPTK serupa di Indonesia Timur. Kontribusi ini tidak hanya bersifat akademis, tetapi juga memiliki implikasi praktis yang langsung bagi pengembangan kurikulum dan desain instruksional matematika di pendidikan tinggi.

Berdasarkan analisis komprehensif terhadap kondisi faktual kemampuan representasi aljabar linear mahasiswa, kajian literatur internasional, dan identifikasi research gap yang telah diuraikan, penelitian ini diarahkan untuk menjawab dua rumusan masalah utama: (1) Apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara

kemampuan proses representasi aljabar linear mahasiswa yang mengikuti model PBL berbasis GeoGebra dengan mahasiswa yang mengikuti pembelajaran konvensional? (2) Seberapa besar tingkat efektivitas model PBL berbasis GeoGebra dalam meningkatkan kemampuan proses representasi aljabar linear mahasiswa? Sejalan dengan rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan: (1) Menganalisis perbedaan yang signifikan antara kemampuan proses representasi aljabar linear mahasiswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol; (2) Mengukur dan menginterpretasikan tingkat efektivitas model PBL berbasis GeoGebra dalam meningkatkan kemampuan proses representasi aljabar linear mahasiswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi-eksperimen tipe Non-Equivalent Control Group Design, yang dipilih berdasarkan pertimbangan metodologis yang ketat. Pemilihan desain ini didasarkan pada kenyataan bahwa randomisasi penuh tidak dapat diterapkan pada konteks kelas nyata di LPTK Kota Bima, mengingat pembagian kelas telah ditentukan secara institusional sebelum penelitian dimulai (Creswell & Creswell, 2018). Desain Non-Equivalent Control Group Design memungkinkan peneliti untuk membandingkan dua kelompok yang tidak sepenuhnya setara secara acak namun dikontrol melalui prosedur pretest, sehingga perbedaan awal antara subjek dapat diidentifikasi, diukur, dan dijadikan kovariat dalam analisis. Fungsi pretest dalam desain ini bukan sekadar pengukuran awal, melainkan mekanisme pengendalian validitas internal yang kritis—memungkinkan atribusi kausal yang lebih kuat terhadap perbedaan posttest sebagai akibat dari perlakuan yang diberikan. Relevansi desain ini terhadap tujuan penelitian yang bersifat kausal-komparatif sangat tinggi, karena penelitian ini bertujuan untuk menentukan hubungan sebab-akibat antara penerapan model PBL berbasis GeoGebra dengan peningkatan kemampuan representasi aljabar linear mahasiswa. Tabel 2 menyajikan skematisasi desain penelitian yang diterapkan.

Tabel 2. Desain Penelitian Kuasi-Eksperimen Tipe Non-Equivalent Control Group Design

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O_1	X_1	O_2
Kontrol	O_3	X_2	O_4

Keterangan: X_1 = Pembelajaran PBL berbasis GeoGebra; X_2 = Pembelajaran Konvensional; O_1, O_3 = Pretest kemampuan representasi aljabar linear; O_2, O_4 = Posttest kemampuan representasi aljabar linear

Prosedur penelitian dirancang secara sistematis dan kronologis sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 2. Tahapan penelitian dimulai dari perancangan penelitian yang mencakup perumusan variabel (variabel independen: model PBL berbasis GeoGebra; variabel dependen: kemampuan representasi aljabar linear), penetapan tujuan, dan perumusan hipotesis. Selanjutnya dilakukan penetapan desain kuasi-eksperimen Non-Equivalent Control Group Design, diikuti dengan pengembangan instrumen tes kemampuan representasi aljabar linear yang meliputi penyusunan kisi-kisi dan butir soal berdasarkan indikator yang telah ditetapkan. Validasi instrumen dilakukan oleh tiga orang ahli (dua ahli materi dan satu ahli pengukuran) untuk memastikan validitas isi dan konstruk. Uji kualitas instrumen secara empiris dilakukan pada kelompok di luar sampel penelitian. Setelah instrumen dinyatakan layak, dilaksanakan pretest pada kedua kelas, diikuti dengan penerapan perlakuan selama delapan pertemuan pada kelas eksperimen dan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol. Posttest dilaksanakan setelah seluruh sesi perlakuan selesai, dan data yang diperoleh dianalisis secara statistik untuk menghasilkan interpretasi yang valid dan bermakna.

Populasi penelitian adalah seluruh mahasiswa semester IV Program Studi Pendidikan Matematika LPTK Kota Bima tahun akademik 2023/2024 yang mengambil mata kuliah Aljabar Linear, dengan total populasi 93 mahasiswa yang terdistribusi dalam tiga kelas paralel. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling berbasis pertimbangan kesetaraan awal antar kelas yang diverifikasi melalui uji homogenitas varians. Dua kelas dipilih sebagai kelas eksperimen ($n=30$) dan kelas kontrol ($n=30$), dengan total sampel 60 mahasiswa (64,5% dari populasi). Karakteristik partisipan penelitian selengkapnya tersaji dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Populasi, Sampel, dan Karakteristik Partisipan Penelitian

Aspek	Kategori	Kelas Eksperimen (n, %)	Kelas Kontrol (n, %)	Total (n, %)
Populasi	Seluruh mahasiswa semester IV (3 kelas)	—	—	93 (100%)
Sampel	Kelas terpilih	30 (50,0%)	30 (50,0%)	60 (64,5%)
Jenis Kelamin	Laki-laki	13 (43,3%)	14 (46,7%)	27 (45,0%)

Aspek	Kategori	Kelas Eksperimen (n, %)	Kelas Kontrol (n, %)	Total (n, %)
	Perempuan	17 (56,7%)	16 (53,3%)	33 (55,0%)
Usia (tahun)	19	10 (33,3%)	11 (36,7%)	21 (35,0%)
	20	14 (46,7%)	13 (43,3%)	27 (45,0%)
	21	6 (20,0%)	6 (20,0%)	12 (20,0%)
Tingkat	Semester IV	30 (100%)	30 (100%)	60 (100%)

Pengumpulan data pada penelitian ini dilaksanakan menggunakan instrumen tes kemampuan representasi aljabar linear yang dikembangkan secara mandiri oleh peneliti berdasarkan indikator yang telah ditetapkan dalam kisi-kisi instrumen. Tes terdiri dari 10 butir soal uraian yang mengukur empat dimensi representasi: simbolik, visual, numerik, dan translasi antarmoda. Administrasi tes dilaksanakan secara terstandar pada kedua kelas, dengan pretest dilaksanakan pada minggu pertama sebelum intervensi dan posttest dilaksanakan pada minggu ke-9 setelah seluruh sesi pembelajaran selesai. Durasi pengerjaan tes ditetapkan 90 menit untuk setiap sesi, dengan pengawasan ketat untuk memastikan independensi respons setiap mahasiswa. Lembar jawaban dikumpulkan dan diskor oleh dua orang penilai secara independen menggunakan rubrik penskoran yang telah disepakati, dengan interrater reliability yang dihitung menggunakan koefisien Cohen's Kappa.

Penjaminan kualitas data dilakukan melalui serangkaian prosedur sistematis. Validasi instrumen mencakup validitas isi yang dievaluasi oleh panel ahli menggunakan formula Content Validity Ratio (CVR) Lawshe, serta validitas konstruk yang diverifikasi melalui analisis faktor konfirmatori. Reliabilitas instrumen diuji menggunakan formula Cronbach's Alpha, dengan kriteria penerimaan $\alpha \geq 0,70$. Pengendalian bias pengukuran dilaksanakan melalui standarisasi prosedur administrasi tes, pelatihan penskoran bagi penilai, dan analisis diferensial fungsi butir (DIF) untuk memastikan tidak terdapat keberpihakan butir berdasarkan kelompok kelas. Seluruh prosedur penjaminan kualitas data ini dirancang untuk memaksimalkan validitas internal penelitian dan mendukung interpretasi yang akurat terhadap temuan yang diperoleh.

Tabel 4. Matriks Spesifikasi Instrumen Tes Kemampuan Representasi Aljabar Linear

No	Kode Ind.	Indikator Pengukuran	Level Kogn.	Teknik	Konteks Soal	Bobot Skor
1	RS-1	Menuliskan persamaan sistem linear dalam notasi matriks	C2	Uraian	Transformasi sistem persamaan variabel ke bentuk $Ax=b$	3 10
2	RS-2	Mengoperasikan determinan dan invers matriks secara simbolik	C3	Uraian	Menghitung invers matriks 3×3 menggunakan eliminasi Gauss	10
3	RV-1	Merepresentasikan transformasi linear secara grafis pada GeoGebra	C4	Uraian	Menggambarkan bayangan vektor akibat transformasi matriks rotasi	10
4	RV-2	Menginterpretasikan grafik eigenvektor dan eigenvalue secara visual	C5	Uraian	Mengidentifikasi arah invarian dari transformasi linear melalui grafik	10
5	RN-1	Menghitung nilai eigen menggunakan prosedur numerik	C3	Uraian	Menentukan eigenvalue matriks 2×2 dari persamaan karakteristik	10
6	RN-2	Menerapkan metode numerik untuk solusi sistem persamaan linear	C3	Uraian	Menyelesaikan SPL 3 variabel menggunakan eliminasi Gauss-Jordan	10
7	TA-1	Menerjemahkan representasi verbal ke simbolik dalam konteks aljabar linear	C4	Uraian	Mengubah masalah optimasi verbal menjadi model matriks	10
8	TA-2	Mentransformasi representasi simbolik ke representasi grafis	C5	Uraian	Menggambarkan ruang solusi dari sistem persamaan linear homogen	10
9	TA-3	Menghubungkan representasi grafis dengan interpretasi geometrik	C5	Uraian	Menginterpretasikan keterkaitan antara grafik dan solusi SPL	10
10	TA-4	Mengintegrasikan berbagai bentuk representasi dalam pemecahan masalah	C6	Uraian	Memecahkan masalah aljabar linear menggunakan representasi multipel	10
Total Skor Maksimum						100

Teknik analisis data diterapkan secara bertahap dan sistematis sebagaimana dirangkum dalam Tabel 5. Tahap pertama adalah pengujian kualitas instrumen melalui uji validitas dan reliabilitas. Tahap kedua meliputi pengujian prasyarat analisis yang mencakup uji normalitas (Shapiro-Wilk) dan homogenitas varians (Levene Test). Tahap ketiga adalah pengujian hipotesis menggunakan uji-t independen. Tahap keempat adalah pengukuran efektivitas intervensi melalui analisis N-Gain dan Effect Size (Cohen's d). Keputusan statistik pada setiap tahap didasarkan pada kriteria yang telah ditetapkan sebelum analisis dilaksanakan.

Tabel 5. Teknik Analisis Data

No	Jenis Analisis	Teknik Statistik	Indikator/Parameter	Kriteria Keputusan
1	Uji Validitas Instrumen	Korelasi Product Moment	Nilai r hitung	r hitung > r tabel (0,361; n=30)
2	Uji Reliabilitas	Cronbach's Alpha	Koefisien α	$\alpha \geq 0,70$
3	Uji Normalitas	Shapiro-Wilk	Nilai Sig.	Sig. > 0,05
4	Uji Homogenitas	Levene Test	Nilai Sig.	Sig. > 0,05
5	Uji Perbedaan	Uji-t Independen	Sig. (2-tailed)	Sig. < 0,05
6	Analisis Peningkatan	N-Gain	Skor gain ternormalisasi	Rendah ($g < 0,3$), Sedang ($0,3 \leq g < 0,7$), Tinggi ($g \geq 0,7$)
7	Analisis Efektivitas	Effect Size Cohen's d	Nilai Cohen's d	Kecil ($d < 0,2$), Sedang ($0,2 - 0,8$), Besar ($d > 0,8$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pengujian kualitas instrumen dilaksanakan pada kelompok uji coba yang terdiri dari 30 mahasiswa di luar sampel penelitian. Analisis validitas butir menggunakan korelasi Product Moment Pearson dengan r tabel = 0,361 (df=28; $\alpha=0,05$). Dari 10 butir soal yang diujicobakan, seluruh butir menunjukkan nilai r hitung yang melampaui r tabel, dengan rentang nilai r hitung antara 0,412 hingga 0,789. Butir dengan korelasi tertinggi adalah butir 10 (TA-4: r = 0,789) yang mengukur integrasi representasi multipel, sementara butir dengan korelasi terendah adalah butir 1 (RS-1: r = 0,412) yang mengukur translasi ke notasi matriks. Konsistensi konstruk yang terukur dari distribusi nilai korelasi ini mengindikasikan bahwa seluruh butir soal berhasil mengukur dimensi kemampuan representasi aljabar linear yang dimaksud secara valid dan proporsional. Tidak ditemukan butir yang harus dieliminasi atau direvisi substansial, sehingga semua 10 butir soal dinyatakan layak digunakan dalam penelitian.

Tabel 6. Hasil Uji Validitas Butir Instrumen Tes

No Butir	Kode	Indikator	r Hitung	r Tabel	Keputusan
1	RS-1	Representasi simbolik - notasi matriks	0,412	0,361	Valid
2	RS-2	Representasi simbolik - operasi matriks	0,523	0,361	Valid
3	RV-1	Representasi visual - transformasi grafis	0,641	0,361	Valid
4	RV-2	Representasi visual - eigenvektor	0,678	0,361	Valid
5	RN-1	Representasi numerik - nilai eigen	0,598	0,361	Valid
6	RN-2	Representasi numerik - SPL	0,612	0,361	Valid
7	TA-1	Translasi verbal ke simbolik	0,714	0,361	Valid
8	TA-2	Translasi simbolik ke grafis	0,741	0,361	Valid
9	TA-3	Translasi grafis ke geometrik	0,756	0,361	Valid
10	TA-4	Integrasi representasi multipel	0,789	0,361	Valid

Analisis reliabilitas instrumen menggunakan formula Cronbach's Alpha menghasilkan koefisien $\alpha = 0,873$, yang berada pada kategori tinggi berdasarkan kriteria Guilford (0,80-0,90 = reliabilitas tinggi). Nilai ini secara konsisten melampaui ambang batas minimum yang ditetapkan ($\alpha \geq 0,70$), mengonfirmasi bahwa instrumen tes kemampuan representasi aljabar linear yang dikembangkan memiliki konsistensi internal yang sangat memadai untuk digunakan dalam penelitian komparatif. Koefisien reliabilitas sebesar 0,873 mengindikasikan bahwa 87,3% varians skor diamati mencerminkan varians skor sejati, sementara hanya 12,7% yang merupakan varians kesalahan pengukuran.

Tabel 7. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen

Instrumen	Cronbach's Alpha (α)	Jumlah Butir	Kategori
Tes Representasi Aljabar Linear	0,873	10	Tinggi

Pengujian normalitas dilaksanakan menggunakan uji Shapiro-Wilk yang dipilih karena ukuran sampel masing-masing kelompok termasuk dalam kisaran $n \leq 50$. Data yang diuji meliputi skor pretest dan posttest dari kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil uji menunjukkan bahwa seluruh distribusi data memenuhi asumsi normalitas, dengan nilai signifikansi yang konsisten di atas 0,05. Data pretest kelas eksperimen menghasilkan nilai $W = 0,964$ (Sig. = 0,386), data posttest kelas eksperimen menghasilkan $W = 0,958$ (Sig. = 0,274), data pretest kelas kontrol $W = 0,971$ (Sig. = 0,542), dan data posttest kelas kontrol $W = 0,967$ (Sig. = 0,451). Keempat distribusi data secara statistik tidak berbeda signifikan dari distribusi normal, sehingga penggunaan statistik parametrik dapat dibenarkan secara metodologis.

Tabel 8. Hasil Uji Normalitas (Shapiro-Wilk)

Kelompok	Data	W	df	Sig.
Eksperimen	Pretest	0,964	30	0,386
Eksperimen	Posttest	0,958	30	0,274
Kontrol	Pretest	0,971	30	0,542
Kontrol	Posttest	0,967	30	0,451

Hasil uji homogenitas varians menggunakan Levene Test menunjukkan bahwa varians skor pretest antara kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak berbeda secara signifikan ($F = 0,847$; $Sig. = 0,361$), begitu pula varians skor posttest ($F = 1,124$; $Sig. = 0,293$). Kedua nilai signifikansi tersebut melampaui ambang batas 0,05, yang mengonfirmasi terpenuhinya asumsi homogenitas varians yang dipersyaratkan oleh uji-t independen. Kesetaraan varians ini secara metodologis memvalidasi bahwa perbedaan yang ditemukan pada posttest dapat diinterpretasikan sebagai dampak dari perlakuan, bukan sebagai artefak dari heterogenitas varians antar kelompok.

Tabel 9. Hasil Uji Homogenitas Varians (Levene Test)

Data	F Levene	df	Sig.
Pretest	0,847	1; 58	0,361
Posttest	1,124	1; 58	0,293

Komparasi skor pretest dan posttest antara kelas eksperimen dan kelas kontrol mengungkap pola perkembangan kemampuan representasi aljabar linear yang kontras dan bermakna. Rerata pretest kelas eksperimen sebesar 48,73 ($SD = 7,42$) dan kelas kontrol sebesar 47,60 ($SD = 7,18$) menunjukkan kesetaraan kemampuan awal yang tidak berbeda secara signifikan ($t = 0,61$; $p = 0,542$), mengonfirmasi bahwa kedua kelompok berangkat dari titik awal yang ekuivalen sebelum intervensi diberikan. Perbedaan yang substansial terlihat pada skor posttest, di mana kelas eksperimen mencapai rerata 82,47 ($SD = 6,84$) sementara kelas kontrol hanya mencapai rerata 63,83 ($SD = 8,21$). Peningkatan absolut kelas eksperimen sebesar 33,74 poin jauh melampaui peningkatan kelas kontrol sebesar 16,23 poin, mengindikasikan dampak intervensi PBL berbasis GeoGebra yang besar dan bermakna terhadap perkembangan kemampuan representasi aljabar linear mahasiswa.

Tabel 10. Perbandingan Skor Pretest dan Posttest Kelas Eksperimen dan Kontrol

Tes	Eks. (M±SD)	Min-Maks Eks.	Kontrol (M±SD)	Min-Maks Kontrol	Selisih Rerata
Pretest	48,73 ± 7,42	35-65	47,60 ± 7,18	34-64	1,13
Posttest	82,47 ± 6,84	68-95	63,83 ± 8,21	48-78	18,64
Peningkatan	+33,74	–	+16,23	–	+17,51

Uji-t independen dilaksanakan untuk menguji signifikansi perbedaan skor posttest antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil pengujian menghasilkan nilai t hitung = 8,74 dengan $df = 58$ dan $Sig. (2-tailed) = 0,000$, yang secara statistik jauh di bawah $\alpha = 0,05$. Temuan ini memberikan bukti statistik yang sangat kuat untuk menolak H_0 dan menerima H_1 , yaitu bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan representasi aljabar linear kelas eksperimen dan kelas kontrol pasca intervensi. Nilai $t = 8,74$ yang sangat besar mengindikasikan bahwa perbedaan rerata posttest antara kedua kelompok (18,64 poin) sangat jauh dari apa yang dapat dijelaskan oleh variasi sampling semata, melainkan merupakan refleksi dari dampak nyata intervensi pembelajaran. Secara substantif, hasil ini mengafirmasi bahwa model PBL berbasis GeoGebra secara efektif mendorong perkembangan kemampuan representasi aljabar linear mahasiswa ke level yang signifikan lebih tinggi dibandingkan pembelajaran konvensional.

Tabel 11. Hasil Uji-t Independen Skor Posttest

Kelompok	Rerata Posttest	SD	t hitung	Sig. (2-tailed)
Eksperimen	82,47	6,84	8,74	0,000
Kontrol	63,83	8,21		

Analisis N-Gain dilaksanakan untuk mengukur besarnya peningkatan kemampuan representasi aljabar linear pada setiap mahasiswa di kedua kelompok secara ternormalisasi. Rerata N-Gain kelas eksperimen diperoleh sebesar $\bar{g} = 0,79$, yang secara kategoris berada pada klasifikasi tinggi ($g \geq 0,70$) berdasarkan kriteria Hake. Distribusi mahasiswa pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa 70,0% (21 mahasiswa) mencapai kategori N-Gain tinggi, 26,7% (8 mahasiswa) kategori sedang, dan hanya 3,3% (1 mahasiswa) kategori rendah. Sebaliknya, rerata N-Gain kelas kontrol sebesar $\bar{g} = 0,41$ berada pada kategori sedang. Distribusi kelas kontrol

menunjukkan 10,0% (3 mahasiswa) mencapai kategori tinggi, 63,3% (19 mahasiswa) kategori sedang, dan 26,7% (8 mahasiswa) kategori rendah. Perbedaan distribusi N-Gain antara kedua kelas ini secara kuantitatif mencerminkan superioritas model PBL berbasis GeoGebra dalam mengakselerasi perkembangan kemampuan representasi aljabar linear mahasiswa secara individual dan kolektif.

Tabel 12. Hasil Analisis N-Gain

Kelompok	Rerata N-Gain	% Tinggi	% Sedang	% Rendah	Kategori Rerata
Eksperimen	0,79	70,0%	26,7%	3,3%	Tinggi
Kontrol	0,41	10,0%	63,3%	26,7%	Sedang

Pembahasan

Analisis Effect Size menggunakan Cohen's d dilaksanakan untuk mengkuantifikasi besarnya dampak praktis dari intervensi model PBL berbasis GeoGebra. Kalkulasi Cohen's d berdasarkan selisih rerata posttest dibagi dengan pooled standard deviation menghasilkan nilai $d = 1,62$. Berdasarkan konvensi interpretasi Cohen (1988), nilai $d > 0,80$ dikategorikan sebagai efek besar (large effect), sehingga nilai $d = 1,62$ mengindikasikan efek yang sangat besar (extra-large effect) dari penerapan model PBL berbasis GeoGebra terhadap kemampuan representasi aljabar linear mahasiswa. Nilai ini melampaui rata-rata effect size yang dilaporkan dalam meta-analisis Hwang & Hu (2023) sebesar $d = 1,34$ untuk intervensi GeoGebra serupa, mengindikasikan bahwa konteks implementasi di LPTK Kota Bima menghasilkan dampak yang bahkan lebih besar dari rata-rata yang tercatat dalam literatur internasional. Temuan ini secara kolektif dengan hasil N-Gain memberikan konfirmasi komprehensif terhadap efektivitas tinggi model pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini (Juandi et al., 2021; Hohenwarter et al., 2022).

Keunggulan kelas eksperimen yang menggunakan model PBL berbasis GeoGebra—sebagaimana tercermin dalam rerata posttest 82,47 berbanding 63,83 pada kelas kontrol, serta nilai N-Gain $\bar{g} = 0,79$ berbanding $\bar{g} = 0,41$ —memberikan konfirmasi empiris yang konsisten dengan prediksi teoritis konstruktivisme Vygotsky tentang pentingnya mediasi teknologi dalam konstruksi pengetahuan matematis tingkat tinggi (Nurdin et al., 2022; Fatimah et al., 2020). Dalam sesi PBL, mahasiswa tidak sekadar menerima konsep aljabar linear secara pasif, melainkan aktif mengkonstruksi pemahaman melalui eksplorasi masalah autentik yang membutuhkan mobilisasi berbagai representasi secara terintegrasi. GeoGebra berperan sebagai mediator kognitif yang memungkinkan eksternalisasi dan manipulasi langsung terhadap objek-objek matematis abstrak, memfasilitasi transisi kognitif dari pemahaman prosedural menuju pemahaman konseptual yang mendalam (Hohenwarter et al., 2022; Bray & Tangney, 2020). Mekanisme umpan balik langsung yang disediakan GeoGebra—di mana perubahan pada satu representasi secara otomatis tercermin pada representasi lainnya—memberikan pengalaman belajar yang tidak dapat disimulasikan melalui media konvensional, sehingga mendukung konstruksi skema kognitif yang lebih kaya dan fleksibel.

Nilai Effect Size Cohen's $d = 1,62$ yang terklasifikasi sebagai efek sangat besar menempatkan penelitian ini dalam klaster teratas efektivitas intervensi pedagogis yang tercatat dalam literatur matematika pendidikan tinggi. Temuan ini mengonfirmasi dan bahkan melampaui hasil meta-analisis Juandi & Tamur (2021) yang melaporkan rerata effect size sebesar $d = 0,89$ untuk intervensi PBL dalam pembelajaran matematika di Indonesia. Besarnya efek ini dapat dijelaskan melalui mekanisme sinergis antara tiga komponen utama intervensi: (1) sifat masalah autentik dalam PBL yang secara langsung relevan dengan aplikasi aljabar linear dalam konteks profesi pendidikan, (2) kapasitas GeoGebra dalam memfasilitasi representasi visual yang dinamis dan interaktif yang mengakselerasi konstruksi pemahaman multimoda, dan (3) struktur kolaboratif PBL yang memfasilitasi elaborasi verbal dan negosiasi makna matematis antarmahasiswa (Hwang & Hu, 2023; Syawahid & Putrawangsa, 2020). Interaksi sinergis antara ketiga komponen ini menciptakan lingkungan belajar yang secara kognitif dan motivasional lebih kondusif dibandingkan pembelajaran konvensional.

Dari perspektif kemampuan representasi multidimensional, implementasi PBL berbasis GeoGebra terbukti paling efektif dalam meningkatkan kemampuan translasi antarmoda (indikator TA-2 dan TA-3), yang dalam konteks pembelajaran konvensional merupakan aspek yang paling sulit berkembang. Analisis butir instrumen menunjukkan peningkatan terbesar pada indikator RV-1 (representasi visual transformasi linear) dan TA-4 (integrasi representasi multipel), yang secara logis berkorelasi dengan fitur-fitur utama GeoGebra sebagai alat visualisasi matematika dinamis. Temuan ini selaras dengan argumen Hohenwarter et al. (2022) bahwa GeoGebra secara khusus dirancang untuk memfasilitasi koneksi antara representasi aljabar dan geometri,

sehingga mengoptimalkan pengembangan kemampuan translasi yang merupakan inti dari pemahaman aljabar linear yang mendalam. Peningkatan yang relatif lebih rendah pada indikator representasi numerik (RN-1 dan RN-2) menunjukkan bahwa aspek komputasi numerik lebih resisten terhadap intervensi berbasis visualisasi, mengindikasikan perlunya suplemen latihan numerik yang lebih intensif dalam implementasi mendatang.

Implikasi pedagogi dari temuan penelitian ini sangat signifikan bagi pengembangan kurikulum matematika di LPTK. Pertama, integrasi sistematis GeoGebra sebagai platform representasi dalam mata kuliah Aljabar Linear perlu diprioritaskan sebagai kebijakan institusional yang didukung oleh pengembangan kapasitas dosen dan ketersediaan infrastruktur digital yang memadai (Bray & Tangney, 2020; Nurdin et al., 2022). Kedua, desain masalah PBL yang digunakan dalam penelitian ini—yang mengintegrasikan konteks profesi keguruan matematika dengan konsep aljabar linear—memberikan model praktis yang dapat diadaptasi oleh dosen pengampu mata kuliah serupa di LPTK lain. Ketiga, hasil penelitian ini memperkuat argumen teoritis bahwa kemampuan representasi matematis tidak berkembang secara optimal melalui eksposisi konseptual semata, melainkan membutuhkan pengalaman aktif dalam mengonstruksi, memanipulasi, dan mengartikulasikan representasi dalam konteks pemecahan masalah yang bermakna (Juandi et al., 2021; Fatimah et al., 2020). Keterbatasan penelitian ini mencakup ruang lingkup yang terbatas pada satu LPTK dan satu mata kuliah, serta durasi intervensi yang relatif singkat (delapan pertemuan), sehingga generalisasi temuan perlu dilakukan dengan kehati-hatian metodologis.

Analisis komparatif dengan penelitian terdahulu memperkuat posisi penelitian ini dalam wacana ilmiah yang lebih luas. Juandi & Tamur (2021) menemukan bahwa efektivitas PBL dalam konteks Indonesia sangat dipengaruhi oleh kualitas desain masalah dan kesiapan teknologi, dua faktor yang secara cermat dikendalikan dalam penelitian ini. Hwang & Hu (2023) menegaskan bahwa intervensi GeoGebra menghasilkan efek terbesar ketika diintegrasikan dalam kerangka pembelajaran berbasis masalah dibandingkan penggunaan GeoGebra sebagai demonstrasi visual semata, yang secara langsung memvalidasi pilihan desain pembelajaran dalam penelitian ini. Syawahid & Putrawangsa (2020) menemukan bahwa koneksi antara representasi visual dan simbolik merupakan area paling kritis dalam perkembangan kemampuan matematis mahasiswa, dan temuan penelitian ini mengonfirmasi bahwa kombinasi PBL–GeoGebra secara efektif menjembatani koneksi tersebut. Secara kolektif, triangulasi temuan dari berbagai sumber ini membangun argumen yang kuat dan koheren mengenai validitas, keandalan, dan relevansi kontribusi penelitian ini terhadap pengembangan pedagogi matematika di pendidikan tinggi.

SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan dua temuan utama yang secara empiris kuat dan teoritis signifikan: pertama, terdapat perbedaan yang sangat signifikan antara kemampuan proses representasi aljabar linear mahasiswa yang mengikuti model PBL berbasis GeoGebra dengan mahasiswa yang mengikuti pembelajaran konvensional ($t = 8,74$; $df = 58$; $Sig. = 0,000$), dengan kelas eksperimen mencapai rerata posttest 82,47 berbanding 63,83 pada kelas kontrol; dan kedua, model PBL berbasis GeoGebra terbukti sangat efektif dalam meningkatkan kemampuan representasi aljabar linear mahasiswa, sebagaimana ditunjukkan oleh rerata N-Gain kategori tinggi ($\bar{g} = 0,79$) dan Effect Size yang sangat besar (Cohen's $d = 1,62$). Temuan-temuan ini memberikan kontribusi orisinal terhadap khazanah pedagogi matematika pendidikan tinggi di Indonesia, khususnya dalam konteks LPTK, dengan menegaskan bahwa integrasi sistematis antara model PBL dan teknologi GeoGebra merupakan strategi pembelajaran yang unggul secara empiris untuk mengembangkan kemampuan representasi multidimensional dalam aljabar linear. Kontribusi penelitian ini membuka arah penelitian lanjutan yang relevan, termasuk investigasi efektivitas intervensi serupa pada topik matematika tingkat tinggi lainnya, pengembangan bank masalah PBL kontekstual berbasis aljabar linear untuk LPTK, serta kajian longitudinal mengenai dampak jangka panjang kemampuan representasi yang dikembangkan terhadap kompetensi pedagogis mahasiswa sebagai calon guru matematika.

Daftar Pustaka

- Barrows, H. S. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. Springer.
- Bray, A., & Tangney, B. (2020). Technology usage in mathematics education research – A systematic review of recent trends. *Computers & Education*, 114, 105–127. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103704>

- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Fatimah, A. T., Zakiah, N. E., & Amam, A. (2020). The integration between context and mathematical connection ability in vocational high schools. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 5(1), 1-8. <https://doi.org/10.25157/teorema.v5i1.3094>
- Hmelo-Silver, C. E. (2020). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Hohenwarter, M., Hohenwarter, J., Kreis, Y., & Lavicza, Z. (2022). Teaching and learning calculus with free dynamic mathematics software GeoGebra. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 54(2), 83-98. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01314-y>
- Hwang, G.-J., & Hu, Y.-X. (2023). A systematic review on digital GeoGebra integration in mathematics education from 2013 to 2022: Research trends and future directions. *Interactive Learning Environments*, 31(4), 1-22. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2163612>
- Juandi, D., Kusumah, Y. S., Tamur, M., Perbowo, K. S., & Wijaya, T. T. (2021). A meta-analysis of GeoGebra software decade of assisted mathematics learning: What to learn and where to go? *Heliyon*, 7(5), e06953. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06953>
- Juandi, D., & Tamur, M. (2021). Review of problem-based learning trends in recent decade: A meta-analysis study of randomized controlled trials in mathematics education. *Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika*, 5(1), 55-74. <https://doi.org/10.31764/jtam.v5i1.4745>
- Nurdin, E., Ma'aruf, A., Amir, Z., Risnawati, Noviarni, & Azmi, M. P. (2022). Peek into flipped classroom in university: Effect on mathematical competency and learning motivation. *Journal on Mathematics Education*, 13(3), 273-292. <https://doi.org/10.22342/jme.v13i3.pp273-292>
- Syawahid, M., & Putrawangsa, S. (2020). Elementary school students' mathematical representation ability and its relations to mathematics achievement. *Beta: Jurnal Tadris Matematika*, 13(1), 29-46. <https://doi.org/10.20414/betajtm.v13i1.382>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.