

Pengembangan Instrumen Kemampuan Representasi Semiotik Matematis: Confirmatory Factor Analysis (CFA)

Mutiara Ananda^{1*}, Otong Suhyanto², Kadir³

^{1,2,3}Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri
Syarif Hidayatullah Jakarta, Tangerang Selatan, Banten

* Penulis korespondensi: mutiarananda1412@gmail.com

Abstrak

Kemampuan representasi semiotik matematis penting untuk memahami konsep matematika melalui berbagai bentuk representasi. Namun, instrumen pengukuran yang valid dan reliabel masih terbatas. Penelitian dilakukan terhadap 132 siswa sekolah menengah atas di Kota Tangerang Selatan pada tahun ajaran 2024/2025 dengan pendekatan survei analisis model pengukuran. Analisis data dilakukan melalui Confirmatory Factor Analysis (CFA) atau analisis faktor konfirmatori. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Instrumen kemampuan representasi semiotik matematis layak dan valid dengan koefisien reliabilitas antar penilai ahli sebesar 71,76%; (2) Model analisis faktor konfirmatori instrumen kemampuan representasi semiotik matematis sesuai (*fit*) dengan data empiris yang ada; (3) Validasi empiris menunjukkan 10 butir instrumen representasi semiotik matematis valid (rentang validitas 0,675–0,970); (4) Reliabilitas konstruk (*composite reliability*) indikator ikon (0,781), simbol (0,969), dan indeks (0,885) menunjukkan reliabilitas yang baik. Model pengukuran akhir terdiri dari 10 item dan tiga indikator yang layak sebagai alat pengukuran kemampuan representasi semiotik matematis siswa.

Kata kunci: *Confirmatory Factor Analysis* (CFA), Pengembangan Instrumen, Reliabilitas, Representasi Semiotik Matematis, Validitas

1. Pendahuluan

Kemampuan representasi merupakan bagian penting dalam pembelajaran matematika karena mendukung siswa dalam memahami konsep, menyusun model, serta menyelesaikan masalah dalam konteks nyata. Untuk itu, siswa perlu menguasai berbagai bentuk representasi matematis yang dapat digunakan untuk mengorganisasi, mencatat, dan mengkomunikasikan ide-ide matematika, seperti simbol, gambar, tabel, dan bahasa tertulis (NCTM, 2000). Penguasaan representasi yang beragam ini memungkinkan siswa membangun pemahaman yang lebih mendalam dan menghubungkan konsep-konsep matematika secara lebih bermakna.

Salah satu pendekatan yang digunakan untuk memahami makna dari gambar, simbol, dan kata-kata dalam representasi adalah teori semiotik. Saussure dan Peirce mendefinisikan semiotik sebagai ilmu yang mempelajari peran tanda dalam kehidupan sosial serta

keterkaitannya dengan logika (Monteiro, 2022). Tanda-tanda dalam matematika perlu dipahami dan diinterpretasikan secara tepat agar siswa mampu menyelesaikan masalah dengan benar (Wahidah & Hakim, 2022). Peirce mengklasifikasikan tanda ke dalam ikon, indeks, dan simbol, masing-masing menunjukkan hubungan yang berbeda antara tanda dan objeknya (Presmeg, 2020). Semiotik memfasilitasi proses pemaknaan terhadap objek matematis melalui sistem tanda yang relevan dengan konteks.

Dalam pembelajaran matematika, integrasi antara teori representasi dan teori semiotik melahirkan konsep representasi semiotik matematis. Monteiro menyatakan bahwa representasi semiotik matematis mencakup penggunaan visual, verbal, dan simbol dalam menginterpretasikan tanda-tanda matematika, sehingga memungkinkan siswa menghubungkan fenomena konkret dengan objek matematis (Monteiro, 2022). Oleh karena itu, representasi semiotik tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu komunikasi, tetapi juga sebagai jembatan berpikir dalam memahami konsep matematika.

Namun demikian, *Learning Disabilities Association of America* mencatat bahwa siswa usia sekolah sering mengalami kesulitan membedakan simbol-simbol matematika (Heryanto dkk., 2022). Terkhusus Indonesia, kemampuan representasi semiotik matematis siswa Indonesia masih tergolong rendah. Menurut hasil PISA 2022, Indonesia memperoleh skor matematika 366 yang lebih rendah dari perolehan skor pada PISA 2013 dan 2018 yaitu sebesar 386 dan 379, dengan persentase capaian siswa pada level 2 (14.1%), level 3 (3.8%), level 4 (0.5%), serta 5 dan 6 (0.0%) (PISA, 2023). Hasil ini mencerminkan lemahnya kemampuan menginterpretasi dan menggunakan representasi matematis. Hasil studi Dewi dan Hakim menunjukkan bahwa total skor kemampuan representasi semiotik matematis siswa hanya mencapai 272 dari skor ideal 1440, yang termasuk kategori rendah (Dewi & Hakim, 2023).

Namun, sampai saat ini belum banyak studi yang mengeksplorasi kemampuan representasi semiotik matematika siswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menganalisis kelayakan instrumen kemampuan representasi semiotik matematis, dengan pendekatan *Confirmatory Factor Analysis* (CFA). Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam penyediaan instrumen yang valid dan reliabel untuk mendukung kajian lebih lanjut terkait representasi semiotik dalam pembelajaran matematika.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain survei dan pendekatan analisis model pengukuran untuk menganalisis kelayakan instrumen kemampuan representasi semiotik matematis siswa. Penelitian dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2024/2025 di salah satu SMA di Tangerang Selatan. Populasi penelitian adalah siswa kelas X (Sepuluh) yang telah mempelajari materi barisan dan deret aritmetika. Sampel berjumlah 132 siswa dari empat kelas yang dipilih melalui teknik *cluster random sampling* dari populasi sebanyak 417 siswa. Pertimbangan banyak sampel berdasarkan ukuran sampel minimum yang dapat diterima untuk CFA yaitu 100-200 sampel (kategori sedang) (Harrington, 2009). Data dikumpulkan menggunakan instrumen tes soal uraian untuk mengukur kemampuan representasi semiotik matematis dengan tiga indikator: ikon, simbol, dan indeks. Instrumen divalidasi melalui uji validitas isi menggunakan indeks Aiken's V oleh tujuh ahli. Metode perhitungan Aiken yang digunakan, dirumuskan oleh Kadir dan sebagai berikut (Kadir & Sappaile, 2019).

$$V = \frac{\sum n_i |i - l_o|}{N(c - 1)}$$

Keterangan:

V = indeks validitas isi

l_o = skor penilaian terendah

i = skala penilaian ke- i ($i = 1, 2, 3, 4, 5$)

N = banyak penguji

n = banyaknya nilai pada i

c = banyaknya kategori yang dapat dipilih (skor penilaian tertinggi)

Hasil perhitungan validitas instrumen menggunakan metode Aiken menunjukkan bahwa seluruh soal tes uraian dinyatakan valid dan dapat digunakan dengan saran perbaikan. Koefisien reliabilitas antar-penilai (*inter-rater reliability*) juga dihitung menggunakan *Anova: Two-Factor Without Replication*, dengan hasil 71,76% yang menunjukkan konsistensi penilaian yang tinggi antar ahli.

Teknik analisis dilakukan dengan analisis deskriptif dan inferensial berbantuan *software* SmartPLS 4. Analisis inferensial digunakan untuk menguji hubungan antar variabel indikator terhadap konstruk latennya. Pada tahap ini, dilakukan analisis faktor konfirmatori (*Confirmatory Factor Analysis/CFA*) untuk mengevaluasi validitas dan reliabilitas konstruk berdasarkan indikator dan butir itemnya. Syarat yang digunakan dalam evaluasi CFA yaitu

validitas konvergen dinyatakan terpenuhi jika nilai loading faktor $> 0,50$, nilai t-statistik $> 1,96$ ($p < 0,05$), dan AVE (*Average Variance Extracted*) $> 0,50$ (Hair Jr. dkk., 2014). Reliabilitas konstruk dinilai dari nilai *Composite Reliability* dan *Cronbach's Alpha* yang keduanya harus $> 0,70$, sedang validitas diskriminan diuji dengan metode rasio HTMT (*Heterotrait-Monotrait ratio*) dan dinyatakan valid jika interval kepercayaan (*confidence interval/CI*) HTMT tidak mencakup nilai 1 pada rentang 2,5%–97,5% (Ghozali & Kusumadewi, 2023). Model dikatakan fit apabila memenuhi beberapa kriteria indeks kelayakan, yaitu nilai $\chi^2 / df \leq 2$, SRMR (*Standarized Root Mean Square Residual*) $< 0,08$, RMSEA (*Root Mean Square Error of Approximation*) $< 0,08$, serta nilai NFI (*Normed Fit Index*), TLI (*Tucker-Lewis Index*), dan CFI (*Comparative Fit Index*) masing-masing $> 0,90$ (Hair Jr. dkk., 2014). Kriteria ini mengacu pada standar umum dalam analisis SEM (*Structural Equation Modeling*) untuk menilai kesesuaian model dengan data empiris.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa kemampuan representasi semiotik matematis siswa berada pada kategori rendah, dengan rincian penyebaran dan pemusatan data disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

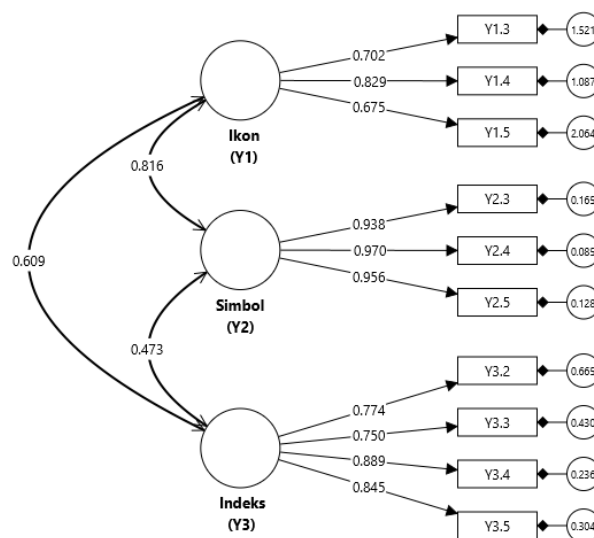
Tabel 1. Statistik Deskriptif Kemampuan Representasi Semiotik Matematis

Statistik	Nilai
N	132
Rata-rata (<i>Mean</i>)	42,49
Nilai tengah (<i>Median</i>)	39
Nilai modus (<i>Mode</i>)	28
Standar Deviasi	15,90
Varians	252,924
<i>Skewness</i>	1.000

Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata (*mean*) nilai kemampuan representasi semiotik matematis siswa adalah 42,49, menunjukkan bahwa persentase skor siswa hanya mencapai 42,49%. Nilai kemampuan representasi semiotik matematis yang paling sering tampil adalah 28 dengan nilai minimum 23 dan nilai maksimum mencapai 92, menunjukkan adanya variasi yang besar di antara responden. Standar deviasi sebesar 15,90 menunjukkan bahwa data

memiliki penyebaran yang relatif besar di sekitar nilai rata-rata. Ukuran *Skewness* sebesar 1,000 menunjukkan distribusi data yang memiliki kecenderungan ke arah kanan (positif), mengindikasikan lebih banyak siswa dengan nilai yang lebih rendah daripada nilai rata-rata, tetapi perbedaannya kecil karena nilainya mendekati nol.

Hasil evaluasi model pengukuran CFA terhadap kemampuan representasi semiotik matematis menunjukkan bahwa 12 dari 15 item valid. Berikut adalah diagram jalur CFA kemampuan representasi semiotik matematis setelah dilakukan perbaikan dengan mengeliminasi butir item yang tidak valid.



Gambar 1. Diagram Jalur CFA Kemampuan Representasi Semiotik Matematis Setelah Perbaikan

Model pengukuran memiliki kecocokan baik dengan nilai $\chi^2/df = 1,724$; SRMR = 0,046; RMSEA = 0,074; dan indeks NFI = 0,951; TLI = 0,970; serta CFI = 0,978. Reliabilitas dan AVE masing-masing indikator memadai dengan nilai untuk masing-masing indikator disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Tabel 2. Reliabilitas dan AVE Model Pengukuran Kemampuan Representasi Semiotik Matematis

Indikator	Cronbach's Alpha	CR	AVE
Ikon (Y1)	0.776	0.781	0.545
Simbol (Y2)	0.969	0.969	0.912
Indeks (Y3)	0.887	0.885	0.666

Pada Tabel 3 di atas, seluruh indikator memenuhi kriteria nilai *composite reliability* dan Cronbach's alpha >0,70 yang menunjukkan reliabilitas dan konsistensi internal dari item

indikator dalam mengukur konstruk Ikon, Simbol, dan Indeks. Seluruh indikator juga memenuhi kriteria nilai AVE $>0,50$ yang menunjukkan bahwa indikator Ikon, Simbol, dan Indeks valid. Hasil validasi diskriminan menggunakan *confidence intervals* HTMT disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

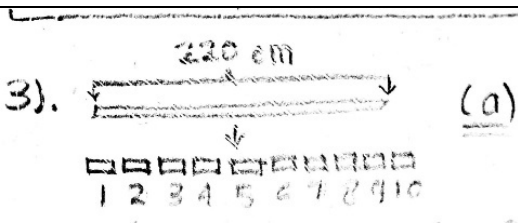
Tabel 3. Validitas Diskriminan Model Pengukuran CFA Kemampuan Representasi Semiotik Matematis

HTMT	CI 2.5%	CI 97.5%
Ikon (Y1) \leftrightarrow Indeks (Y3)	0.419	0.757
Ikon(Y1) \leftrightarrow Simbol (Y2)	0.706	0.919
Simbol (Y2) \leftrightarrow Indeks (Y3)	0.258	0.642

Pada Tabel 4 di atas, validitas diskriminan terpenuhi pada semua hubungan antara Ikon (Y1), Simbol (Y2), dan Indeks (Y3), menunjukkan perbedaan signifikan antara indikator-indikator tersebut. Dengan demikian, kedua model CFA telah memenuhi syarat uji validitas konvergen, reliabilitas, dan validitas diskriminan.

Penelitian ini tidak hanya menghasilkan instrumen yang valid dan reliabel namun juga mengungkap kemampuan representasi semiotik matematis siswa. Indikator *ikon* mencerminkan kemampuan siswa dalam memvisualisasikan konsep matematika melalui gambar atau diagram. Meskipun sudah ada upaya representasi visual, skor rata-rata hanya 58,5%, yang menunjukkan bahwa banyak siswa masih kesulitan mengaitkan bentuk visual dengan konteks masalah matematika. Representasi semacam ini membutuhkan hubungan yang jelas antara simbol, visual, dan konteks (Dewi & Hakim, 2023). Kemampuan ikonik siswa juga dapat ditingkatkan melalui penggunaan alat bantu visual seperti diagram interaktif (Choiriyaza dkk., 2021). Akan disajikan contoh jawaban siswa atas soal yang mewakili indikator ikon sebagai berikut.

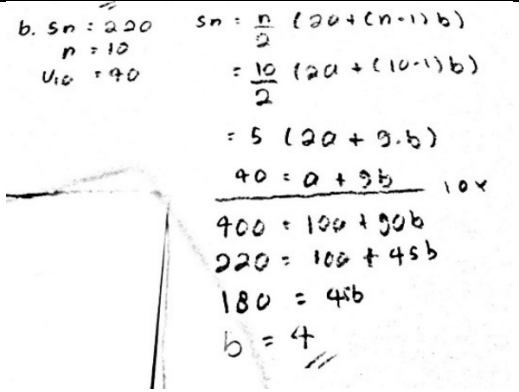
Tabel 4. Soal dan Hasil Jawaban Indikator Ikon

Soal Nomor 3a (Indikator Ikon)	Hasil Jawaban
Seutas tali dengan panjang 220 cm dipotong menjadi 10 bagian hingga panjang tiap bagian membentuk suatu deret aritmatika berurutan. Panjang tali terpanjang adalah 40 cm. Ilustrasikan masalah tersebut!	

Contoh jawaban siswa pada soal nomor 3a menunjukkan upaya memvisualisasikan pola deret aritmetika, namun beberapa siswa seperti pada contoh tanpa adanya label atau anotasi (misalnya panjang setiap bagian tali atau tanda lain), siswa juga tidak membedakan panjang setiap bagian tali sehingga bentuk ikonik yang dihasilkan kurang lengkap untuk mendukung pemahaman visual bahwa bagian potongan tali yang diberi nomor 1 sampai 10 olehnya adalah bentuk ikonik dari suatu permasalahan deret aritmetika. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman terhadap bentuk ikonik masih terbatas. Sejalan dengan Dewi dan Hakim (2023) yang menekankan pentingnya hubungan antara simbol, visual, dan konteks dalam representasi semiotik.

Indikator *simbol* menggambarkan kemampuan siswa dalam menggunakan notasi matematika untuk menerjemahkan informasi verbal ke bentuk aljabar. Dengan skor rata-rata 40,7%, siswa menunjukkan potensi dalam manipulasi simbolik, seperti penggunaan rumus deret aritmetika, namun masih ditemukan kekurangan dalam sistematika langkah dan interpretasi hasil akhir. Hal ini sejalan dengan pandangan Dewi dan Hakim bahwa representasi simbolik menuntut pemahaman hubungan antar simbol dan penggunaannya dalam konteks masalah nyata (Loka Dewi & Hakim, 2023). Akan disajikan contoh jawaban siswa atas soal yang mewakili indikator simbol sebagai berikut.

Tabel 5. Soal dan Hasil Jawaban Indikator Simbol

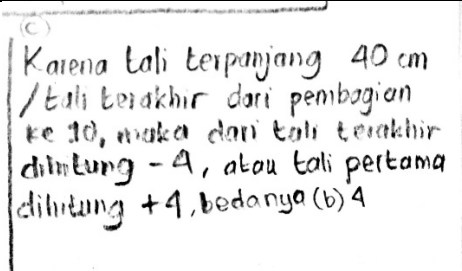
Soal Nomor 3b (Indikator Simbol)	Hasil Jawaban
Seutas tali dengan panjang 220 cm dipotong menjadi 10 bagian hingga panjang tiap bagian membentuk suatu deret aritmatika berurutan. Panjang tali terpanjang adalah 40 cm. Tentukan selisih panjang setiap potongan tali!	$ \begin{aligned} b. \quad S_n &= 220 \\ n &= 10 \\ U_{10} &= 40 \end{aligned} $  $ \begin{aligned} S_n &= \frac{n}{2} (2a + (n-1)b) \\ &= \frac{10}{2} (2a + (10-1)b) \\ &= 5 (2a + 9b) \\ 40 &= a + 9b \quad \times 4 \\ \hline 400 &= 10a + 36b \\ 220 &= 10a + 45b \\ \hline 180 &= 45b \\ b &= 4 \end{aligned} $

Contoh jawaban siswa pada soal nomor 3b menunjukkan pemahaman simbol matematika, penggunaan rumus jumlah deret aritmatika, serta kemampuan representasi simbolik yang tepat, seperti penggunaan simbol a , b , dan n . Temuan ini sejalan dengan Dewi dan Hakim [1], bahwa

representasi simbolik melibatkan transformasi informasi ke dalam notasi matematis yang bermakna. Meski demikian, beberapa siswa masih menunjukkan ketidakteraturan dalam langkah kalkulasi dan kurangnya kesimpulan terhadap hasil perhitungan. Seperti pada bagian siswa melakukan persamaan $S_n = 5(2a + 9b)$, lalu karena akan melakukan eliminasi sehingga langsung menuliskan persamaan suku ke-10, $40 = 10a + 9b$, barulah dilanjut kembali dengan hasil operasi aljabar S_n sebelumnya. Sebagian siswa juga belum mampu menghubungkan simbol dengan solusi dan interpretasi, terlihat dalam contoh jawaban siswa yang tidak menyimpulkan hasil hitungnya sebagai solusi terhadap masalah yang diberikan. Namun secara umum, siswa menunjukkan potensi baik dalam memahami dan menggunakan simbol dalam konteks deret aritmatika.

Indikator *indeks* berfokus pada keterkaitan antara elemen matematis dan konteks nyata. Meskipun signifikan, skor hanya 28,3% menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum mampu menyusun solusi secara runtut dan logis berdasarkan petunjuk soal. Rendahnya persentase skor ini mengindikasikan pentingnya latihan soal kontekstual yang tidak hanya fokus pada perhitungan, tetapi juga pada proses berpikir dan pelaporan hasil yang utuh (Choiriyaza dkk., 2021). Akan disajikan contoh jawaban siswa atas soal yang mewakili indikator indeks sebagai berikut.

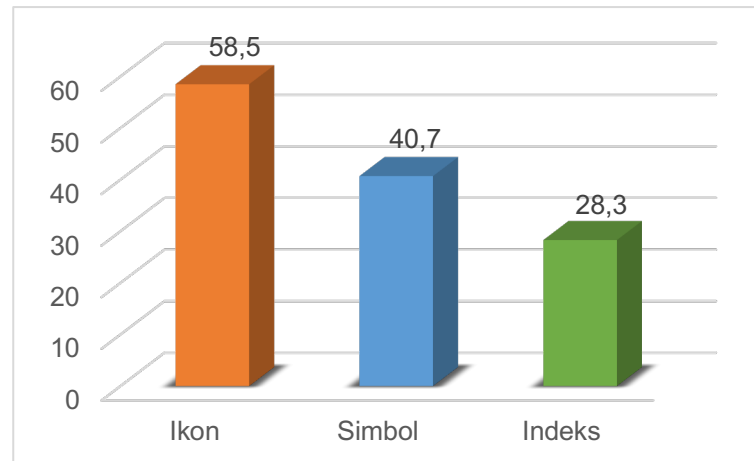
Tabel 6. Soal dan Hasil Jawaban Indikator Indeks

Soal Nomor 3c (Indikator Indeks)	Hasil Jawaban
Seutas tali dengan panjang 220 cm dipotong menjadi 10 bagian hingga panjang tiap bagian membentuk suatu deret aritmatika berurutan. Panjang tali terpanjang adalah 40 cm. Bagaimana menentukan selisih panjang setiap potongan tali? Jelaskan proses jawabanmu dengan sederhana!	

Contoh jawaban siswa pada soal nomor 3c yang mengukur indikator indeks di atas menunjukkan adanya upaya menggunakan hubungan kausal melalui pernyataan jika-maka. Namun, sebagian besar siswa belum mampu mengaitkan informasi dari soal dengan langkah penyelesaian yang tepat secara verbal. Hal ini terlihat dari jawaban yang tidak sistematis dan tanpa penjelasan proses berpikir, menunjukkan bahwa siswa belum sepenuhnya memahami keterkaitan antara petunjuk soal dan solusi matematis. Temuan ini mendukung fakta bahwa

representasi semiotik yang kuat melibatkan kemampuan menyajikan data secara visual, verbal, dan simbolik secara terpadu (Dewi & Hakim, 2023).

Rata-rata skor masing-masing indikator disajikan dalam bentuk diagram sebagai berikut.



Gambar 2. Rata-rata Skor Indikator Kemampuan Representasi Semiotik Matematis

Berdasarkan diagram di atas, dalam hal kemampuan representasi semiotik matematis, indikator indeks memperoleh rata-rata skor terendah dibanding ikon dan simbol. Ini menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami representasi yang bersifat inferensial, yakni relasi sebab-akibat atau hubungan logis antara simbol dan maknanya. Temuan ini didukung oleh Purwasih et al., yang menyatakan bahwa rendahnya keterampilan dalam membaca relasi tanda sering kali menjadi penyebab utama lemahnya representasi semiotik siswa (Purwasih dkk., 2023). Duval menyebutkan bahwa pemahaman terhadap objek matematis memerlukan kemampuan untuk berganti antara sistem representasi dan melakukan transformasi logis terhadap simbol, ikon, maupun indeks (Mainali, 2020).

Kemampuan indeksikal dengan skor terendah pada hasil analisis kemampuan representasi semiotic matematis dapat dijelaskan melalui teori retorika matematika. Schiappa menegaskan bahwa matematika bukan hanya kumpulan simbol dan prosedur, tetapi juga praktik argumentatif dan retorik yang harus dipahami dan dikomunikasikan (Schiappa, 2021). Davis dan Hersh bahkan memperingatkan bahwa jika pembelajaran matematika terus menjauh dari aspek retorik, maka akan mengaburkan kemampuan berpikir dan menulis secara matematis (Schiappa, 2021).

Sementara itu, indikator ikon dan simbol dalam representasi semiotik menunjukkan nilai lebih tinggi. Hal ini mencerminkan bahwa siswa relatif lebih mudah memahami bentuk visual

atau simbolik, terutama yang diajarkan secara eksplisit. Temuan ini didukung oleh Setyowati, yang menunjukkan bahwa keterpaparan terhadap representasi visual dan simbolik membantu siswa dalam mengenali pola dan melakukan manipulasi aljabar (Setyowati, 2023). Namun, Setyowati juga mencatat bahwa keterbatasan dalam kesempatan mengungkapkan ide secara verbal turut menghambat pengembangan aspek komunikasi dan kemampuan indeksikal siswa (Setyowati, 2023).

4. Simpulan

Hasil penelitian terhadap instrumen kemampuan representasi semiotik matematis yang dikembangkan ini menunjukkan validitas dan konsistensi berdasarkan validitas isi, validitas konstruk, reliabilitas, serta kesesuaian model. Hasil validasi teoritis menunjukkan bahwa 15 butir soal dinyatakan valid dengan koefisien reliabilitas antar penilai ahli sebesar 71,76%. Selanjutnya, validasi empiris mengungkapkan bahwa dari 15 item, sebanyak 10 butir dinyatakan valid dengan rentang validitas antara 0,675 hingga 0,970. Instrumen ini memiliki tingkat reliabilitas yang baik, dengan koefisien reliabilitas konstruk (CR) sebesar 0,781 untuk ikon, 0,969 untuk simbol, dan 0,885 untuk indeks. Selain itu, model CFA instrumen yang digunakan sesuai (*fit*) dengan data empiris yang ada.

Daftar Pustaka

- Choiriyaza, A. E., Kadir, K., & Fatma, M. (2021). Pemodelan Matematika: Dapatkah Autograph Meningkatkan Representasi Semiotik Matematik Siswa? *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 5(2), 264. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v5i2.1210>
- Ghozali, I., & Kusumadewi, K. A. (2023). *Partial Least Squares : Konsep, Teknik, dan Aplikasi Menggunakan Program SmartPLS 4.0 untuk Penelitian Empiris*. Yoga Pratama.
- Hair Jr., J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate Data Analysis* (Seventh Edition). Pearson.
- Harrington, D. (2009). *Confirmatory Factor Analysis*. Oxford University Press.
- Heryanto, H., Sembiring, S. B. S., & Togatorop, J. B. T. (2022). ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KESULITAN BELAJAR MATEMATIKA SISWA KELAS V SEKOLAH DASAR. *JURNAL CURERE*, 6(1), 45. <https://doi.org/10.36764/jc.v6i1.723>
- Kadir, & Sappaile, B. I. (2019). Development of a Metacognition Scale in Learning Mathematics for Senior High School Students. *Pertanika J. Soc. Sci. & Hum.*, 27(1), 181–194.
- Loka Dewi, C., & Hakim, D. L. (2023). Representasi Semiotik Matematis Siswa SMA Dalam Masalah Aplikasi Turunan Fungsi Aljabar. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 9(1), 32–34. <https://doi.org/10.31949/educatio.v9i1.4115>

- Mainali, B. (2020). Representation in Teaching and Learning Mathematics. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 9(1), 1–21. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1111>
- NCTM. (2000). *Executive Summary Principles and Standards for School Mathematics*. VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- PISA 2022 Results (Volume I). (2023). OECD. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Presmeg, N. (2020). Semiotics in Mathematics Education. Dalam *Encyclopedia of Mathematics Education* (hlm. 235). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_137
- Purwasih, R., Turmudi, T., & Dahlan, J. A. (2023). Analisis Semiotik Siswa SMP dalam Menyelesaikan Masalah Geometri Ditinjau dari Perspektif Peirce. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 1182–1191. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i2.2237>
- Schiappa, E. (2021). 2 In What Ways Shall We Describe Mathematics as Rhetorical? Dalam *Arguing with Numbers* (hlm. 33–52). Penn State University Press. <https://doi.org/10.1515/9780271089232-004>
- Silveira Monteiro, L. C. (2022). Semiosis to Communicate Mathematics: Complementarity in the Circularity of Interpretations in Mathematics for the Development of Creativity. *The Mathematics Enthusiast*, 19(2), 563–593. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1564>
- Suci Yongki Setyowati. (2023). Semiotik Sebagai Dasar Kemampuan Komunikasi dalam Pemecahan Masalah Matematika. *Ummul Qura Jurnal Institut Pesantren Sunan Drajat (INSUD) Lamongan*, 18(2), 91–101. <https://doi.org/10.55352/uq.v18i2.634>
- Wahidah, N., & Hakim, D. L. (2022). Analisis Kemampuan Representasi Matematis Siswa Materi Barisan Dan Deret Aritmatika Kelas XII SMA. *Didactical Mathematics*, 4(1), 74–83. <https://doi.org/10.31949/dm.v4i1.2038>