

Pemetaan Kemampuan Awal Matematika Mahasiswa FKIP UPP berdasarkan Analisis Kesalahan Newman

Rika Septianingsih^{1*}, Lutfiyah Ni'matuz Zakiyah²

^{1,2}Pendidikan Matematika, Universitas Pasir Pengaraian

*Email: rikaseptia95@gmail.com

Received 02/02/2026 ; Revised 20/02/2026 ; Accepted 21/02/2026 ; Published 21/02/2026

Abstrak

Kemampuan awal matematika merupakan fondasi penting bagi keberhasilan mahasiswa dalam mempelajari materi matematika tingkat perguruan tinggi. Penelitian ini bertujuan memetakan kemampuan awal mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika berdasarkan Newman Error Analysis (NEA) serta mengidentifikasi jenis kesalahan dominan yang muncul pada berbagai materi matematika dasar. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan subjek 16 mahasiswa semester awal 2025-2. Instrumen berupa tes kemampuan awal matematika yang mencakup aritmatika sosial, aljabar, geometri, lingkaran, trigonometri, fungsi, dan kalkulus. Analisis data dilakukan dalam dua tahap: deskriptif kuantitatif untuk mengetahui tingkat keberhasilan mahasiswa, dan analisis kesalahan berbasis NEA untuk mengklasifikasikan kesalahan menjadi lima kategori, yaitu kesalahan membaca, memahami masalah, transformasi, keterampilan proses, dan penulisan jawaban akhir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata capaian mahasiswa bervariasi antar materi, dengan keberhasilan tertinggi pada aritmatika sosial (95,83%) dan terendah pada fungsi (53,13%). Kesalahan dominan yang muncul adalah kesalahan transformasi dan keterampilan proses, terutama pada materi aljabar, geometri, trigonometri, dan fungsi. Temuan ini menegaskan bahwa NEA efektif digunakan sebagai alat diagnostik untuk mengidentifikasi hambatan kognitif mahasiswa dalam pemecahan masalah matematika dan memberikan dasar bagi perancangan pembelajaran yang lebih adaptif dan berorientasi pada pemahaman konseptual.

Kata Kunci: Kemampuan awal matematika, Newman Error Analysis, kesalahan matematika, mahasiswa, pendidikan matematika

Abstract

Mathematical prior knowledge is a crucial foundation for students' success in learning mathematics at the tertiary level. This study aims to map the prior mathematical abilities of students in the Mathematics Education Study Program based on Newman Error Analysis (NEA) and to identify the dominant types of errors that occur across various basic mathematics topics. The research employed a descriptive quantitative method with 16 first-semester students as participants. The instrument used was a prior mathematics ability test covering social arithmetic, algebra, geometry, circles, trigonometry, functions, and calculus. Data analysis was conducted in two stages: descriptive quantitative analysis to determine students' levels of achievement, and NEA-based error analysis to classify errors into five categories, namely reading errors, comprehension errors, transformation errors, process skills errors, and encoding errors. The results show that students' average achievement varied across topics, with the highest performance in social arithmetic (95.83%) and the lowest in functions (53.13%). The dominant errors identified were transformation errors and process skills errors, particularly in algebra, geometry, trigonometry, and functions. These findings confirm that NEA is an effective diagnostic tool for identifying students' cognitive barriers in mathematical problem solving and provides a basis for designing more adaptive and conceptually oriented instructional strategies.

Keywords: mathematical prior knowledge, Newman Error Analysis, mathematical errors, university students, mathematics education

PENDAHULUAN

Kemampuan awal matematika merupakan prasyarat penting bagi keberhasilan mahasiswa dalam menempuh pembelajaran matematika di pendidikan tinggi, karena kemampuan ini berfungsi sebagai landasan untuk membangun pemahaman konseptual serta

keterampilan pemecahan masalah yang lebih kompleks. Penelitian mutakhir menunjukkan bahwa mahasiswa dengan kemampuan matematis awal yang rendah cenderung mengalami kesulitan dalam memahami materi lanjutan, khususnya pada topik-topik yang menuntut abstraksi, pemodelan, dan keterkaitan antar representasi matematis (Ariska et al., 2020). Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya capaian akademik serta meningkatnya frekuensi kesalahan dalam penyelesaian soal matematika di perguruan tinggi. Selain itu, studi internasional terbaru menegaskan bahwa kemampuan numerasi atau kemampuan matematis awal memiliki kontribusi signifikan sebagai prediktor keberhasilan belajar matematika pada jenjang pendidikan selanjutnya, sehingga kelemahan pada tahap awal berpotensi menimbulkan kesulitan yang berkelanjutan dalam pembelajaran matematika tingkat lanjut (Jupri & Drijvers, 2016). Oleh karena itu, pemetaan kemampuan awal matematika mahasiswa menjadi langkah strategis untuk mengidentifikasi kesiapan belajar sekaligus sebagai dasar perancangan pembelajaran yang lebih adaptif dan berorientasi pada penguatan pemahaman konseptual.

Penelitian pendidikan matematika juga menemukan bahwa kesalahan belajar sering kali tidak sekadar bersifat prosedural, tetapi berakar pada kesalahan dalam membaca, memahami, mentransformasikan informasi, dan mengorganisasi strategi pemecahan masalah (Sari, 2023). Newman Error Analysis (NEA) menyediakan kerangka analisis yang komprehensif untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan kesalahan mahasiswa dalam pemecahan masalah matematika melalui lima kategori utama, yaitu kesalahan membaca (*reading error*), kesalahan memahami masalah (*comprehension error*), kesalahan transformasi (*transformation error*), kesalahan keterampilan proses (*process skill error*), dan kesalahan penulisan jawaban akhir (*encoding error*). Kerangka ini memungkinkan peneliti dan pendidik menelusuri secara sistematis tahapan berpikir mahasiswa serta mengidentifikasi titik terjadinya hambatan kognitif dalam penyelesaian soal matematika. Penelitian terkini menunjukkan bahwa NEA efektif digunakan sebagai alat diagnostik karena mampu menggambarkan variasi dan dominasi jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa pada berbagai konteks materi matematika, sehingga dapat menjadi dasar dalam perancangan pembelajaran yang lebih adaptif dan berorientasi pada pemahaman konseptual (Ekasari et al., 2024; Kii et al., 2023).

Kemampuan awal matematika merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi keberhasilan mahasiswa dalam mengikuti pembelajaran di perguruan tinggi, terutama pada mata kuliah yang menuntut kemampuan analitis dan penalaran kuantitatif. Dalam perspektif teori belajar bermakna yang dikemukakan oleh David Ausubel, pengetahuan awal (*prior knowledge*) berperan sebagai struktur kognitif yang menjadi dasar dalam mengintegrasikan informasi baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya (Jonassen, 2000). Temuan tersebut masih relevan hingga saat ini, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian terbaru yang menegaskan bahwa *prior knowledge* berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan mahasiswa dalam memahami konsep-konsep matematika dan sains di pendidikan tinggi (Oliveros-Rodríguez et al., 2018; Rach & Ufer, 2020).

Namun demikian, kajian mengenai kemampuan awal matematika mahasiswa di perguruan tinggi masih menunjukkan beberapa keterbatasan. Sejumlah penelitian sebelumnya cenderung berfokus pada analisis kesalahan matematika pada satu topik tertentu atau dilakukan pada jenjang pendidikan menengah (Fauziyah & Pujiastuti, 2020). Penelitian yang lebih mutakhir juga menunjukkan bahwa sebagian besar studi analisis kesalahan masih bersifat parsial dan belum memetakan kemampuan matematika mahasiswa

secara lintas materi secara komprehensif (Jupri & Drijvers, 2016; Wijaya et al., 2014). Kondisi ini menyebabkan belum tersedianya gambaran yang utuh mengenai profil kemampuan awal matematika mahasiswa di pendidikan tinggi.

Selain itu, penggunaan tes kemampuan awal matematika dalam praktik pendidikan umumnya masih terbatas pada fungsi klasifikasi atau pemetaan tingkat kemampuan mahasiswa. Tes awal lebih sering digunakan untuk menentukan kesiapan belajar atau pengelompokan mahasiswa tanpa disertai analisis diagnostik yang mendalam mengenai proses kognitif mahasiswa. Padahal, penelitian terbaru menunjukkan bahwa asesmen diagnostik dapat membantu dosen dalam mengidentifikasi miskonsepsi serta merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif dan adaptif (Wiliam, 2018; Wolterinck-Broekhuis et al., 2024).

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam analisis kesalahan matematika adalah *Newman Error Analysis* (NEA) yang diperkenalkan oleh Anne Newman tahun 1977. Kerangka NEA menjelaskan bahwa kesalahan dalam menyelesaikan masalah matematika dapat terjadi pada beberapa tahap kognitif, yaitu membaca soal, memahami masalah, mentransformasikan masalah ke dalam model matematika, melakukan proses perhitungan, serta menuliskan jawaban akhir. Meskipun pendekatan ini telah lama digunakan, penelitian terbaru menunjukkan bahwa NEA masih relevan dan efektif dalam mengidentifikasi kesulitan belajar matematika pada berbagai tingkat Pendidikan (Ekasari et al., 2024; Triliana & Asih, 2019).

Dalam perspektif evaluasi pendidikan modern, asesmen tidak hanya berfungsi sebagai alat pengukuran hasil belajar, tetapi juga sebagai sarana diagnostik untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Penelitian terbaru dalam bidang asesmen menekankan pentingnya penggunaan data asesmen awal untuk mendukung pembelajaran yang adaptif dan berbasis kebutuhan mahasiswa (Wiliam, 2018; Wolterinck-Broekhuis et al., 2024). Oleh karena itu, integrasi antara tes kemampuan awal matematika dengan analisis kesalahan berbasis NEA menjadi penting untuk menghasilkan informasi yang lebih komprehensif mengenai profil kemampuan mahasiswa.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa masih terdapat kesenjangan penelitian terkait pemanfaatan tes kemampuan awal matematika sebagai instrumen diagnostik yang terintegrasi dengan analisis kesalahan lintas materi menggunakan kerangka NEA di konteks pendidikan tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memetakan kemampuan awal matematika mahasiswa secara holistik serta mengidentifikasi jenis kesalahan dominan yang muncul pada berbagai materi matematika dasar sebagai landasan dalam pengembangan strategi pembelajaran yang lebih efektif di perguruan tinggi.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa kemampuan awal matematika memiliki peran penting dalam menentukan keberhasilan mahasiswa dalam memahami konsep-konsep lanjutan di pendidikan tinggi serta dalam proses pemecahan masalah yang kompleks (Rach & Ufer, 2020; Razali et al., 2020). Selain itu, studi terkini mengenai analisis kesalahan matematika juga menegaskan bahwa identifikasi sumber kesalahan kognitif mahasiswa dapat memberikan informasi diagnostik yang penting untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran (Jupri & Drijvers, 2016; Triliana & Asih, 2019; Wolterinck-Broekhuis et al., 2024). Meskipun

demikian, sebagian besar penelitian masih menganalisis kesalahan pada topik matematika tertentu secara terpisah atau berfokus pada jenjang pendidikan menengah, sehingga pemetaan kemampuan awal matematika mahasiswa secara komprehensif lintas materi di perguruan tinggi masih terbatas. Selain itu, tes kemampuan awal umumnya hanya dimanfaatkan sebagai alat klasifikasi kemampuan, belum dioptimalkan sebagai instrumen diagnostik untuk mengungkap pola kesalahan kognitif mahasiswa.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan dengan mengintegrasikan pemetaan kemampuan awal matematika mahasiswa dengan analisis kesalahan berbasis NEA secara lintas materi matematika dasar. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih holistik mengenai profil kemampuan mahasiswa sekaligus mengidentifikasi jenis kesalahan dominan sebagai dasar dalam pengembangan strategi pembelajaran yang lebih adaptif dan berorientasi pada penguatan pemahaman konseptual di perguruan tinggi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan tujuan memetakan kemampuan awal matematika mahasiswa serta mengidentifikasi jenis kesalahan yang muncul berdasarkan Newman Error Analysis (NEA). Subjek penelitian ini adalah 16 mahasiswa semester awal T.A 2025-2 Program Studi Pendidikan Matematika yang mengikuti perkuliahan matematika dasar. Instrumen penelitian berupa tes kemampuan awal matematika yang disusun untuk mengukur penguasaan konsep matematika dasar yang meliputi aritmatika sosial, aljabar, geometri bidang, geometri ruang, lingkaran, geometri bidang sejajar, trigonometri, fungsi, dan kalkulus. Setiap materi diwakili oleh beberapa butir soal yang menuntut pemahaman konsep, pemodelan, serta keterampilan prosedural.

Data dikumpulkan melalui pelaksanaan tes tertulis yang diberikan pada awal perkuliahan sebelum mahasiswa memperoleh pembelajaran formal pada mata kuliah terkait. Jawaban mahasiswa kemudian dikodekan berdasarkan benar salah dan dianalisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi jenis kesalahan yang dilakukan. Analisis data dilakukan dalam dua tahap.

Tahap pertama adalah analisis kuantitatif deskriptif, yaitu dengan menghitung jumlah dan persentase mahasiswa yang menjawab benar pada setiap butir soal untuk memperoleh gambaran umum kemampuan awal matematika mahasiswa. Tahap kedua adalah analisis kesalahan berbasis Newman Error Analysis (NEA). Setiap jawaban mahasiswa yang salah dianalisis dan diklasifikasikan ke dalam lima kategori kesalahan Newman, yaitu:

1. kesalahan membaca (*reading error*),
2. kesalahan memahami masalah (*comprehension error*),
3. kesalahan transformasi (*transformation error*),
4. kesalahan keterampilan proses (*process skills error*), dan
5. kesalahan penulisan jawaban akhir (*encoding error*)

Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel untuk menunjukkan distribusi kesalahan pada setiap materi serta jenis kesalahan yang dominan. Pendekatan ini memungkinkan pemetaan kemampuan awal mahasiswa tidak hanya dilihat dari tingkat keberhasilan, tetapi juga dari kualitas proses berpikir matematis yang ditunjukkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis tes kemampuan awal matematika mahasiswa menunjukkan bahwa variasi capaian antar materi berkorelasi dengan jenis kesalahan yang muncul pada setiap

tahapan penyelesaian masalah menurut *Newman's Error Analysis* (NEA). NEA mengklasifikasikan kesalahan dalam pemecahan masalah matematis ke dalam lima kategori utama, yaitu kesalahan membaca (*reading error*), kesalahan memahami masalah (*comprehension error*), kesalahan transformasi (*transformation error*), kesalahan keterampilan proses (*process skill error*), dan kesalahan penulisan jawaban akhir (*encoding error*) (Hidayati et al., 2020). Penelitian kontemporer menunjukkan bahwa masing-masing kategori kesalahan ini terjadi secara berbeda bergantung pada karakteristik soal dan profil peserta didik, serta memberikan gambaran komprehensif tentang kesulitan matematis yang dihadapi peserta didik dalam memahami dan menyelesaikan tugas matematik.

Tabel 1. Deskripsi Uji Kompetensi Dasar Matematika berdasarkan Jenis Kesalahan Newman

Materi	Rata-rata Persentase (%)	Dominasi Jenis Kesalahan Newman	Dasar Inferensi
Aritmatika Sosial	95,83	–	Sebagian besar mahasiswa mampu memahami konteks dan prosedur perhitungan sederhana
Aljabar	59,38	Transformation Error	Kesulitan mengubah informasi simbolik ke bentuk aljabar yang tepat
Geometri (bidang & ruang)	65,36	Comprehension Error dan Process Skill Error	Kesalahan memahami representasi visual dan prosedur spasial
Lingkaran	65,63	Transformation Error	Gagal menghubungkan konsep geometri dengan model matematika
Trigonometri	53,13	Process Skill Error	Kesalahan manipulasi rumus dan prosedur perhitungan
Fungsi	75,00	Transformation Error	Kesulitan memodelkan hubungan antar variabel
Kalkulus		Process Skill Error dan Encoding Error	Kesalahan prosedur turunan dan ketidaktepatan penulisan hasil akhir

Berdasarkan Tabel 1, pada materi aritmatika sosial, mahasiswa menunjukkan capaian yang sangat tinggi dengan persentase keberhasilan sebesar 95,83%. Tingginya capaian ini mengindikasikan bahwa sebagian besar mahasiswa tidak mengalami kesalahan pada tahap membaca dan memahami masalah, serta mampu melakukan transformasi dan proses perhitungan dengan benar. Pola ini menunjukkan dominasi penyelesaian yang lengkap tanpa kesalahan signifikan pada seluruh tahapan *Newman Error Analysis* (NEA). Hasil serupa telah dilaporkan dalam penelitian kontemporer yang menunjukkan bahwa pada soal yang relatif sederhana dan kontekstual, kesalahan pada tahapan awal NEA seperti membaca (*reading*) dan memahami masalah (*comprehension*) cenderung rendah karena keterbacaan dan familiaritas konteks masalah yang lebih tinggi (Fauziyah & Pujiastuti, 2020). Selain itu, penelitian lain yang mengevaluasi kesalahan pemecahan masalah matematis berdasarkan NEA juga menemukan variasi dalam distribusi jenis kesalahan bergantung pada kompleksitas

soal dan konteks pembelajaran, dengan kesalahan tahap awal yang lebih rendah pada soal yang lebih lugas secara naratif (Widyasari et al., 2022).

Pada materi aljabar, rata-rata persentase keberhasilan mahasiswa berada pada kategori sedang (59,38%). Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun sebagian mahasiswa mampu menyelesaikan soal dengan benar, masih terdapat mahasiswa yang mengalami kesalahan pada tahap transformasi, khususnya dalam mengubah permasalahan ke dalam bentuk simbolik atau model aljabar. Dalam konteks NEA, kesalahan transformasi merupakan indikator lemahnya penguasaan representasi simbolik, sebagaimana juga dilaporkan dalam penelitian (Susilawati et al., 2020).

Materi geometri, yang mencakup geometri bidang, geometri ruang, lingkaran, dan geometri bidang sejajar, menunjukkan persentase keberhasilan sebesar 65,36% dan berada pada kategori sedang. Capaian ini mengindikasikan bahwa mahasiswa relatif mampu membaca soal, namun sebagian mengalami kesalahan pemahaman dan transformasi, terutama dalam menginterpretasikan informasi visual dan relasi spasial ke dalam bentuk matematis. Dalam kerangka NEA, kesalahan ini menunjukkan adanya hambatan pada tahap *comprehension* dan *transformation*. Pola tersebut sejalan dengan temuan Zhang et al., (2023) yang melaporkan bahwa kesulitan geometri sering berkaitan dengan integrasi representasi visual dan konsep formal.

Pada materi trigonometri, persentase keberhasilan mahasiswa sebesar 65,63% menunjukkan capaian pada kategori sedang. Hasil ini mengindikasikan bahwa sebagian mahasiswa masih mengalami kesalahan pada tahap keterampilan proses, khususnya dalam menerapkan rumus atau identitas trigonometri secara tepat setelah model matematika berhasil ditentukan. Kesalahan tersebut mencerminkan ketidakmampuan mahasiswa dalam menjalankan prosedur penyelesaian secara akurat meskipun pemahaman terhadap permasalahan awal telah terbentuk. Dalam kerangka Newman Error Analysis (NEA), kesalahan keterampilan proses muncul ketika mahasiswa memahami maksud soal tetapi melakukan kekeliruan dalam operasi, manipulasi simbol, atau penerapan aturan matematika yang relevan. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Sümmermann et al., (2021) yang menunjukkan bahwa pada materi trigonometri, kesalahan prosedural sering terjadi akibat lemahnya penguasaan relasi antaridentitas dan kurangnya ketelitian dalam proses transformasi simbolik.

Materi fungsi menunjukkan persentase keberhasilan sebesar 53,13%, yang merupakan salah satu capaian terendah dibandingkan dengan materi matematika dasar lainnya. Rendahnya capaian ini mengindikasikan adanya kombinasi kesalahan transformasi dan kesalahan penulisan jawaban akhir, khususnya dalam menafsirkan hubungan antarvariabel, memilih representasi simbolik yang tepat, serta menyajikan hasil sesuai dengan tuntutan soal. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa belum sepenuhnya memiliki *symbol sense* yang memadai dalam memahami dan mengomunikasikan konsep fungsi secara matematis. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Tonra et al., (2025) yang menegaskan bahwa lemahnya *symbol sense* berkontribusi signifikan terhadap munculnya kesalahan pada tahap transformasi dan penulisan jawaban akhir dalam penyelesaian masalah matematika, terutama pada materi yang melibatkan relasi dan representasi fungsi.

Sementara itu, pada materi kalkulus, mahasiswa menunjukkan persentase keberhasilan sebesar 75,00% dan berada pada kategori tinggi. Capaian ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa mampu menyelesaikan soal kalkulus dasar tanpa kesalahan berarti pada tahap membaca dan transformasi, meskipun masih ditemukan kesalahan terbatas pada tahap penulisan jawaban akhir, seperti ketidaklengkapan solusi atau notasi

yang kurang tepat. Dalam konteks NEA, kesalahan ini dikategorikan sebagai *encoding error* dan juga ditemukan dalam penelitian (Alreshidi, 2023; Suhaeni, 2020).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan awal matematika mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika bervariasi antar materi, dengan capaian tertinggi pada aritmatika sosial dan terendah pada fungsi. Analisis kesalahan berbasis Newman Error Analysis mengungkap dominasi kesalahan transformasi dan keterampilan proses, terutama pada materi aljabar, geometri, trigonometri, dan fungsi, sedangkan kesalahan membaca dan memahami masalah relatif rendah. Kesalahan penulisan jawaban akhir juga muncul pada materi tertentu, seperti kalkulus dan fungsi. Temuan ini menegaskan efektivitas NEA sebagai alat diagnostik untuk memetakan proses berpikir matematis dan mengidentifikasi hambatan kognitif mahasiswa. Berdasarkan hal tersebut, disarankan agar pengajar menekankan strategi pembelajaran yang memperkuat pemahaman konsep dan latihan prosedural, memanfaatkan tes diagnostik berbasis NEA untuk intervensi awal, serta mendorong mahasiswa melakukan latihan pemodelan dan analisis kesalahan secara mandiri. Penelitian lanjutan sebaiknya memperluas subjek dan materi untuk memperoleh gambaran kemampuan awal yang lebih representatif serta menelaah hubungan pola kesalahan dengan capaian akademik jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alreshidi, N. A. K. (2023). Enhancing topic-specific prior knowledge of students impacts their outcomes in mathematics. *Frontiers in Education*, 8(February), 1–10. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1050468>
- Ariska, N., Sariyasa, & Putrayasa, I. (2020). Pengembangan Instrumen Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika dan Self-Efficacy Pada Siswa Kelas V SD. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan Indonesia*, 10(1), 11–20.
- Ekasari, A., Putra, D. J., Fisika, P., Kamizaun, J., Lama, M., & Selatan, P. (2024). *Error Analysis of Learner in Solving Problem in Mathematics Course Based on Newman Error Analysis (Nea)*. 9(8).
- Fauziyah, R. S., & Pujiastuti, H. (2020). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Program Linear Berdasarkan Prosedur Polya. *UNION: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 8(2), 253–264. <https://doi.org/10.30738/union.v8i2.7747>
- Hidayati, D. N., Sulistyani, N., & Pantiwati, Y. (2020). Analisis kesalahan penyelesaian soal cerita matematika HOTS berdasarkan Teori Newman pada siswa kelas V SD. *Jurnal Pendidikan Profesi Guru*, 1(1), 39–50.
- Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63–85. <https://doi.org/10.1007/BF02300500>
- Jupri, A., & Drijvers, P. (2016). Student difficulties in mathematizing word problems in Algebra. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(9), 2481–2502. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1299a>
- Kii, A. I., Making, S. R. M., & Lede, Y. K. (2023). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Matematika Bertipe Hots Pada Materi Himpunan. *Varied Knowledge Journal*, 1(2), 65–70. <https://doi.org/10.71094/vkj.v1i2.6>
- Olivares-Rodríguez, C., Guenaga, M., & Garaizar, P. (2018). Using children's search patterns to predict the quality of their creative problem solving. *Aslib Journal of Information Management*, 70(5), 538–550. <https://doi.org/10.1108/AJIM-05-2018-0103>

- Rach, S., & Ufer, S. (2020). Which Prior Mathematical Knowledge Is Necessary for Study Success in the University Study Entrance Phase? Results on a New Model of Knowledge Levels Based on a Reanalysis of Data from Existing Studies. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 6(3), 375–403. <https://doi.org/10.1007/s40753-020-00112-x>
- Razali, N., Zainuri, N. A., Othman, H., Nopiah, Z. M., & Bakar, N. A. A. (2020). Engineering Students' Performances in Mathematics through Project-based Learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1899–1906. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080526>
- Sari, D. K. (2023). Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Permasalahan Aljabar Boolean Berdasarkan Teori Kastolan. *Euler : Jurnal Ilmiah Matematika, Sains Dan Teknologi*, 11(2), 237–247. <https://doi.org/10.37905/euler.v11i2.22478>
- Suhaeni, E. (2020). Implementasi Nilai-Nilai Tasawuf Dalam Politik Perspektif Sosiologi. *Rausyan Fikr : Jurnal Pemikiran Dan Pencerahan*, 16(1), 108–118. <https://doi.org/10.31000/rf.v16i1.2463>
- Sümmermann, M. L., Sommerhoff, D., & Rott, B. (2021). Mathematics in the Digital Age: The Case of Simulation-Based Proofs. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 7(3), 438–465. <https://doi.org/10.1007/s40753-020-00125-6>
- Susilawati, L., Farida, N., & Pranyata, Y. I. P. (2020). Analisis Kesalahan Peserta Didik Dalam Menyelesaikan Soal Aljabar Model Pisa Pada Konten Change and Relationship Berdasarkan Nea (Newman'S Error Analysis). *JURNAL SILOGISME : Kajian Ilmu Matematika Dan Pembelajarannya*, 5(1), 8. <https://doi.org/10.24269/silogisme.v5i1.2577>
- Tonra, W. S., Suryadi, D., Mulyaning, E. C., & Kusnandi. (2025). Learning obstacles and the didactical design for teaching the limit of function in a Calculus course. *Journal on Mathematics Education*, 16(1), 153–172. <https://doi.org/10.22342/jme.v16i1.pp153-172>
- Triliana, T., & Asih, E. C. M. (2019). Analysis of students' errors in solving probability based on Newman's error analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, 1211(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1211/1/012061>
- Widyasari, F., Masykuri, M., Mahardiani, L., Saputro, S., & Yamtinah, S. (2022). Measuring the Effect of Subject-Specific Pedagogy on TPACK through Flipped Learning in E-Learning Classroom. *International Journal of Instruction*, 15(3), 1007–1030. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15354a>
- Wijaya, A., van den Heuvel-Panhuizen, M., Doorman, M., & Robitzsch, A. (2014). Difficulties in solving context-based PISA mathematics tasks: An analysis of students' errors. *Mathematics Enthusiast*, 11(3), 555–584. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1317>
- Wiliam, D. (2018). Chapter 1: Why Educational Achievement Matters. *Embedded Formative Assessment : (Strategies for Classroom Assessment That Drives Student Engagement and Learning)*, 5–26.
- Wolterinck-Broekhuis, C. H. D., Poortman, C. L., Schildkamp, K., & Visscher, A. J. (2024). Key stakeholder voices: Investigating student perceptions of teachers' use of assessment for learning. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 36(2), 257–275. <https://doi.org/10.1007/s11092-024-09428-7>
- Zhang, Y., Meng, Z., & Song, Y. (2023). Digital transformation and metal enterprise value: Evidence from China. *Resources Policy*, 87(November). <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104326>

