



Students' Errors Analysis in Solving Mathematics Problems Viewed from Various Perspectives

Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Ditinjau Dari Berbagai Perspektif

Indah Suciati, Nurhalida Sartika

Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Alkhairaat, Indonesia
ndahmath@gmail.com

Abstract

This research aims to provide an analytical description of students' errors in solving mathematical problems from the perspective of Newman, Kastolan, Watson, Hadar, and Polya errors and the factors influencing them. So, a Systematic Literature Review with the Prisma model was used in this research. Data was collected via Google Scholar and DOAJ in the 2017-2022 period in the accredited national journal Sinta totaling 366 articles. The Miles & Huberman model is used in research to analyze data by collecting, reducing, presenting, and drawing conclusions. The results of this research provide information regarding error analysis from the perspective of the Newman, Kastolan, Watson, Hadar, and Polya steps, as well as their indicators. Apart from that, the findings also provide information on external and internal factors that influence students' mistakes both through the learning process and related to personal character, mathematical abilities, and gender. Therefore, a teacher or educator needs to analyze the results of students' answers/work related to solving mathematical problems so that teachers can diagnose their students' strengths and weaknesses. The results of this diagnosis can be a reference for teachers to reflect on learning to choose the right learning model or method for mathematics material that suits the student's condition.

Keywords: error analysis; mathematical problems; perspective.

Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk memberikan deskripsi analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika ditinjau dari perspektif kesalahan Newman, Kastolan, Watson, Hadar, dan Polya dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Sehingga itu digunakan *Systematic Literature Review* dengan model Prisma dalam penelitian ini. Data dikumpulkan melalui Google Scholar dan DOAJ dalam rentang waktu 2017-2022 pada jurnal nasional terakreditasi Sinta sebanyak 366 artikel. Model Miles & Huberman digunakan dalam menganalisis data dengan cara mengumpulkan, mereduksi, menyajikan data, dan menarik kesimpulan. Hasil penelitian ini memberikan informasi mengenai analisis kesalahan dari sudut pandang kriteria Newman, Kastolan, Watson, Hadar, dan langkah Polya, serta indikatornya. Selain itu, temuan juga menginformasikan faktor eksternal dan internal yang mempengaruhi kesalahan siswa baik melalui proses pembelajaran maupun berkaitan dengan karakter diri, kemampuan matematis, dan gender. Oleh karena itu, penting bagi seorang guru atau pendidik untuk menganalisis hasil jawaban/pekerjaan siswa terkait penyelesaian masalah matematika sehingga guru dapat mendiagnosis kekurangan dan kelebihan siswanya. Hasil diagnosis tersebut dapat menjadi rujukan guru untuk melakukan refleksi pembelajaran sehingga dapat memilih model atau metode pembelajaran yang tepat untuk suatu materi matematika yang sesuai dengan kondisi siswa.

Kata kunci: analisis kesalahan; masalah matematika; perspektif.

PENDAHULUAN

Matematika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan yang menuntut seseorang untuk dapat berpikir kritis, kreatif, logis, analisis, dan terstruktur dalam menyelesaikan suatu masalah (Hajerina et al., 2022). Dalam mempelajari matematika, kemampuan matematis sangat diperlukan siswa untuk membantu dalam menyelesaikan masalah yang sering dihadapi tiap

hari dan tiap waktu, seperti kemampuan pemecahan masalah, komunikasi matematis, pemahaman konsep, penalaran, berpikir kritis, berpikir kreatif, koneksi, dan lainnya. Dalam menyelesaikan masalah, seseorang tak pernah lepas dari yang namanya kesalahan khususnya yang berkaitan dengan objek matematika itu sendiri (Sulistyorini, 2017). Dengan adanya kesalahan maka dapat membantu seseorang untuk



merefleksikan diri atas kemampuan berpikir matematis yang dimilikinya, seperti pemahaman matematis, pemecahan masalah, penalaran, koneksi, dan komunikasi matematis, sehingga dapat memperbaiki diri dengan cara mengkonstruksi kemampuan matematisnya.

Dengan berbagai kesalahan, maka perlu dilakukan suatu analisis yang dapat membantu pendidik mengetahui kelemahan dan kekurangan siswa terhadap suatu materi sehingga analisis tersebut dapat menjadi acuan, patokan, atau dasar sebagai bahan refleksi dalam memperbaiki proses pembelajaran matematika yang memiliki objek abstrak (Jusniani, 2018; Minggu et al., 2022; Wati & Sujadi, 2017). pendidik juga dapat mempertimbangkan dengan matang pemilihan model, pendekatan, metode, atau media pembelajaran yang tepat dalam mengajarkan objek matematika sehingga dapat membantu siswa menyelesaikan masalah yang dihadapinya sehingga berdampak pada peningkatan prestasi belajar matematika (Minggu et al., 2022; Wati & Sujadi, 2017).

Analisis kesalahan ialah suatu metode diagnosis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan berbagai penyimpangan jawaban/kesalahpahaman siswa dalam mempelajari suatu materi matematika dan faktor penyebabnya dengan memperhatikan indikator-indikator yang menjadi fokus dalam menilai (asesmen) terhadap kinerja siswa (Gusman et al., 2021; Meilanawati & Pujiastuti, 2020; Sulistyorini, 2017). Adapun tujuannya untuk mengkaji jawaban siswa terhadap suatu persoalan sehingga dapat diidentifikasi jenis, bentuk, dan pola kesalahan dengan spesifik sehingga penyelesaian yang tepat dapat diberikan. Sedangkan manfaatnya, antara lain 1) mendiagnosis sejauh mana kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah, 2) menentukan jenis atau bentuk kesalahan yang dibuat siswa, 3) menentukan indikasi kesalahan siswa, dan 4) dasar memilih model, pendekatan, strategi, metode, dan media pembelajaran yang praktis, efisien, dan efektif dalam meminimalisir kesalahan matematika siswa (Sulistyorini, 2017).

Ada berbagai jenis analisis kesalahan yang dapat dipilih untuk digunakan agar kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika dapat diketahui, antara lain analisis kesalahan berdasarkan kriteria Newman, kriteria Kastolan, kriteria Watson, kriteria Hadar, dan berdasarkan kriteria pada langkah Polya (D. Amalia & Hadi, 2020; Dazrullisa & Hadi, 2021; Ferdianto & Yesino, 2019; Jusniani, 2018; Wati & Sujadi, 2017). Setiap jenis analisis tersebut memiliki

karakteristik dan indikator yang berbeda sehingga pendidik dapat memilih analisis apa yang ingin digunakan sesuai dengan kebutuhan dan tujuannya.

Adapun berbagai jenis penelitian terdahulu yang telah mengangkat masalah analisis kesalahan matematika, antara lain yang berkaitan dengan Analisis dengan kriteria Newman (Amalia & Hadi, 2020), kriteria Kastolan (Jusniani, 2018; Meilanawati & Pujiastuti, 2020), kriteria Watson (Dazrullisa & Hadi, 2021; Munawaroh et al., 2018), kriteria Hadar (Ferdianto & Yesino, 2019; Minggu et al., 2022), langkah Polya rfani et al., 2020; Wati & Sujadi, 2017).

Dari semua penelitian tersebut, semuanya mengambil jenis penelitian deskriptif kualitatif atau deskriptif kuantitatif dengan menggunakan data langsung yang bersumber dari peneliti. Penelitian ini agak sedikit berbeda karena mengambil topik analisis kesalahan namun menggunakan penelitian kajian literatur sistematis secara kualitatif yang mendapatkan data melalui data sekunder. Selain itu, penelitian sebelumnya juga hanya mengangkat satu jenis analisis saja, sedangkan pada penelitian ini mengangkat lima kriteria analisis kesalahan. Atas dasar itu, maka penelitian ini dilakukan untuk memberikan deskripsi analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika ditinjau dari berbagai perspektif.

Agar dapat menjadi *roadmap* penelitian tentang analisis kesalahan dari berbagai perspektif, maka perlu dibuat pertanyaan tinjauan sebagai tolak ukur untuk mengeksplorasi dan mensintesis literatur secara sistematis. Berikut ini pertanyaan tinjauan yang telah dirumuskan:

1. Bagaimana gambaran analisis kesalahan siswa dengan kriteria Newman?
2. Bagaimana gambaran analisis kesalahan siswa dengan kriteria Kastolan?
3. Bagaimana gambaran analisis kesalahan siswa dengan kriteria Watson?
4. Bagaimana gambaran analisis kesalahan siswa dengan kriteria Hadar?
5. Bagaimana gambaran analisis kesalahan siswa dengan langkah Polya?
6. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika?

METODE

Untuk memberikan deskripsi tentang analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika ditinjau dari perspektif kesalahan Newman, Kastolan, Watson, Hadar, dan Polya, maka

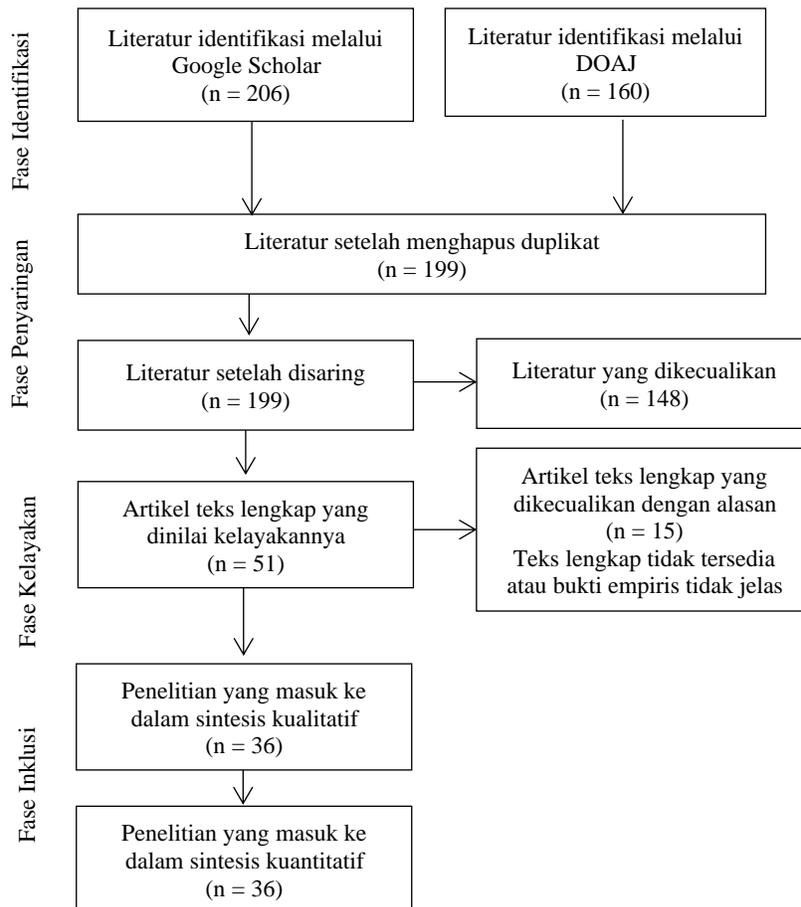
digunakan *Systematic Literature Review*. Metode ini memfokuskan pada fase proses, atau tahapan identifikasi, pengumpulan, seleksi dan analisis dari berbagai literatur yang berkaitan dengan pertanyaan yang telah dirumuskan, dan menginterpretasikan kesimpulan berdasar hasil temuan yang menjadi dasar atau pondasi dalam menjawab pertanyaan tinjauan (Suciati et al., 2022).

Adapun fase *Systematic Literature Review* yang digunakan mengikuti model PRISMA yang terdiri atas fase identifikasi, fase penyaringan, fase kelayakan, dan fase inklusi. Fase identifikasi (*Identification*) merupakan memfokuskan pencarian artikel (literatur) dari Google scholar dan DOAJ dengan kata kunci “analisis kesalahan”. Fase penyaringan (*Screening*) ialah penyeleksian artikel dengan 2 (dua) langkah, yaitu menghapus artikel ganda dan artikel yang tidak sesuai dengan kriteria berikut ini:

- Artikel yang diterbitkan pada jurnal nasional terakreditasi.
- Artikel diterbitkan dalam rentang tahun 2017-2022.

c. Artikel berfokus pada pembelajaran matematika.

Artikel tidak akan digunakan jika tidak memenuhi semua kriteria tersebut. Fase Kelayakan (*Eligibility*) ialah analisis lanjutan dan evaluasi terhadap artikel yang telah diseleksi sebelumnya untuk menjawab pertanyaan tinjauan. Tahapan ini melihat kelayakan terkait topik yang dipilih dan juga merupakan tema dalam penelitian ini, yakni a) analisis kesalahan Newman, b) analisis kesalahan Kastolan, c) analisis kesalahan Watson, d) analisis kesalahan Hadar, e) analisis kesalahan Polya, dan f) faktor-faktor dalam analisis kesalahan. Jika artikel tidak memuat salah satu topik/tema, maka artikel tersebut akan dibuang. Fase Inklusi (*Included*) merupakan tahapan lanjutan dengan menganalisis data menggunakan model Miles & Huberman (Suciati et al., 2022) dengan langkah: 1) pengumpulan data; 2) reduksi data, di mana data diseleksi dan dianalisis secara tematik dengan topik yang telah ditentukan; 3) penyajian data; dan 4) penarikan kesimpulan sebagai jawaban atas pertanyaan tinjauan yang telah dirumuskan sebelumnya. Adapun model PRISMA disajikan pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Diagram Alur PRISMA



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian merupakan analisis dan rangkuman dari 36 artikel terpilih yang berasal dari jurnal nasional terakreditasi (Tabel 1) yang dapat menjawab pertanyaan tinjauan yang berkaitan dengan kriteria analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika.

Tabel 1. Jumlah Artikel dan Nama Jurnal Nasional Terakreditasi yang Digunakan

Nama Jurnal	Peringkat	Jumlah
• Kreano	Sinta 2	1
• Pythagoras		1
Jumlah		2
• JNPM	Sinta 3	3
• Jurnal Cendekia		2
• AXIOM		1
• EDU-MAT		1
• Prisma		2
• SJME		1
• Jurnal Silogisme		1
• JPMS		1
• Eksakta		1
• Kalamatika		1
• Unnes Journal of Mathematics Education		1
• Fibonacci		1
• Euclid		1
Jumlah		17
• JPMI	Sinta 4	4
• AKSIOMA		3
• EduLine		1
• JPPM		1
• LEMMA		1
• Juring		1
• Transformasi		1
Jumlah		12
• GENTA MULIA	Sinta 5	1
• Kadikma		1
• Jurnal Equation		2
• MAJU		1
Jumlah		5

Ada enam tema yang tersaji dalam menjawab pertanyaan tinjauan yang telah dirumuskan. Keenam tema tersebut ialah, 1) analisis kesalahan Newman, 2) analisis kesalahan Kastolan, 3) analisis kesalahan Watson, 4) analisis kesalahan Hadar, 5) analisis kesalahan Polya, dan 6) faktor-faktor yang mempengaruhi kesalahan siswa.

1. Analisis Kesalahan Newman

Alat pengukuran diagnostik yang tepat dan baik digunakan untuk menilai, menganalisis, dan mengevaluasi kesalahan siswa dengan proses

yang sistematis dalam menyelesaikan bentuk soal cerita/uraian adalah analisis kesalahan Newman (Darmawan et al., 2018; Hendrayanto et al., 2021; Yofita et al., 2022). Menurut Newman bahwa siswa mampu menyelesaikan berbagai rintangan jika siswa mampu menyelesaikan soal cerita (Happy et al., 2019). Rintangan yang dimaksud Newman merupakan indikator yang dipakai untuk menganalisis kesalahan siswa yang tersaji pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Indikator Analisis Kesalahan Kriteria Newman

Jenis-Jenis Kesalahan	Indikator
Kesalahan Membaca (<i>Reading Error</i>)	<ol style="list-style-type: none"> Salah dalam membaca soal (simbol, lambang/satuan, atau kata). Tidak mampu untuk membaca soal (simbol, lambang/satuan, kata) dengan benar.
Kesalahan Pemahaman (<i>Comprehension Error</i>)	<ol style="list-style-type: none"> Tidak dapat menentukan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan/tidak dapat memberikan informasi. Salah dalam menentukan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan/salah dalam memberikan informasi. Tidak menggunakan informasi. Belum memahami/menangkap informasi yang tersirat dalam soal.
Kesalahan Transformasi (<i>Transformation Error</i>)	<ol style="list-style-type: none"> Salah dalam memilih pendekatan atau menentukan operasi, proses, atau langkah penyelesaian soal. Salah dalam menentukan rumus yang digunakan pada proses/langkah penyelesaian soal. Salah dalam menentukan model matematika dari soal.
Kesalahan Proses Penyelesaian (<i>Process Skills Error</i>)	<ol style="list-style-type: none"> Salah dalam menggunakan operasi atau kaidah perhitungan/aturan pada saat menyelesaikan soal. Salah dalam memilih sistematika penyelesaian soal. Salah dalam memilih operasi hitung penyelesaian soal. Tidak dapat memproses lebih lanjut proses penyelesaian soal.
Kesalahan Pengkodean/Penentuan Jawaban Akhir (<i>Encoding Error</i>)	<ol style="list-style-type: none"> Salah dalam menentukan jawaban akhir atau tidak dapat menentukan jawaban akhir. Salah atau tidak dapat menentukan kesimpulan dari jawaban akhir. Salah dalam menentukan jawaban akhir akibat kesalahan sebelumnya. Salah menuliskan satuan.



Sumber: (Darmawan et al., 2018; Fatahillah et al., 2017; Yofita et al., 2022)

Dari semua jenis kesalahan Newman, kesalahan yang paling dominan ialah kesalahan pemahaman. Sedangkan kesalahan yang jarang terjadi ialah kesalahan membaca (Fatahillah et al., 2017). Untuk siswa dengan kemampuan penalaran yang tinggi membuat sedikit kesalahan khususnya pada kesalahan proses dan kesalahan perhitungan. Sedangkan siswa dengan kemampuan penalaran rendah membuat banyak kesalahan khususnya pada kesalahan pemahaman dan kesalahan proses penyelesaian (Amalia & Hadi, 2020). Selain itu, siswa dengan gaya *Field Independent* (FI) cenderung membuat kesalahan pemahaman, kesalahan dalam proses penyelesaian, dan kesalahan dalam penentuan jawaban akhir. Sedangkan siswa dengan gaya kognitif *Field Dependent* (FD) lebih cenderung membuat kesalahan pemahaman, transformasi, proses penyelesaian, dan kesalahan dalam menentukan jawaban akhir (Amalia, 2017). Dari sudut pandang gaya belajar, siswa dengan gaya visual cenderung membuat kesalahan operasi atau proses (transformasi), siswa dengan gaya auditori cenderung membuat kesalahan konsep, transformasi, dan keterampilan proses. Sedangkan siswa dengan gaya kinestetik cenderung membuat kesalahan transformasi, proses, dan jawaban akhir (Tonda et al., 2020; Yofita et al., 2022).

Berdasarkan uraian di atas, maka temuan yang diperoleh bahwa analisis kesalahan Newman cocok digunakan untuk mengetahui kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita. Jenis kesalahan siswa dalam perspektif kesalahan Newman dapat dipengaruhi oleh kemampuan matematis (seperti pemahaman konsep dan penalaran matematis), gaya kognitif, dan gaya belajar siswa.

2. Analisis Kesalahan Kastolan

Analisis kesalahan Kastolan merupakan analisis yang paling umum digunakan dalam menyelesaikan masalah matematika (Mauliandri & Kartini, 2020). Analisis ini dapat dipakai pada semua jenis bentuk soal. Adapun indikatornya tersaji pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Indikator Analisis Kesalahan Kriteria Kastolan

Jenis-Jenis Kesalahan	Indikator
Kesalahan Konsep	<ol style="list-style-type: none"> 1. tidak dapat mengartikan atau menafsirkan soal/ mengungkapkan kembali atau menggunakan sebuah konsep, prinsip, atau istilah 2. tidak tepat dalam mengategorikan objek matematika berdasarkan sifatnya atau memilih rumus/pendekatan dengan benar 3. tidak tepat dalam mengaplikasikan/ menerapkan rumus atau konsep matematika
Kesalahan Prinsip	<ol style="list-style-type: none"> 1. ketidakteraturan tahapan penyelesaian soal 2. tidak mampu menyelesaikan soal sampai bentuk sederhana 3. tidak melanjutkan proses penyelesaian
Kesalahan Teknik	<ol style="list-style-type: none"> 1. salah menghitung nilai dari operasi hitung 2. ada konstanta atau variabel yang terlupa/salah memindahkan konstanta atau variabel dari setiap tahapan 3. tidak tepat dalam mensubstitusikan nilai ke dalam variabel

Sumber: (Jusniani, 2018; Mauliandri & Kartini, 2020)

Berdasarkan indikator analisis kesalahan kriteria Kastolan (tabel 2), hasil menunjukkan bahwa kesalahan konsep paling dominan dilakukan siswa daripada kesalahan lainnya (Jusniani, 2018).

Dari uraian di atas, maka temuan yang diperoleh bahwa analisis kesalahan Kastolan sangat cocok digunakan untuk mengetahui kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal bentuk biasa (bukan soal cerita). Jenis kesalahan dalam perspektif Kastolan juga dapat dipengaruhi oleh kemampuan matematis siswa (seperti pemahaman konsep matematis) dan Taksonomi Solo.

3. Analisis Kesalahan Watson

Kajian Watson berlandaskan pada teori Behaviorisme yang berhubungan dengan rangsangan dan respon. Adapun indikator kesalahan Watson terlihat pada tabel 4 (Dazrullisa & Hadi, 2021).

Tabel 4. Indikator Analisis Kesalahan Kriteria Watson

Jenis-Jenis Kesalahan	Indikator
Data tidak tepat (<i>inappropriate data</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak menggunakan data yang seharusnya digunakan 2. Salah memasukkan data ke variabel
Prosedur tidak tepat (<i>inappropriate procedure</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Salah menggunakan rumus atau prinsip 2. Salah menerjemahkan rumus 3. Salah mengoperasikan bilangan 4. Salah memberi tanda



Data hilang (<i>omitted data</i>)	Data yang kurang lengkap
Kesimpulan hilang (<i>omitted conclusion</i>)	Kesimpulan yang dibuat tidak sesuai dengan hasil yang diperoleh
Konflik level respon (<i>response level conflict</i>)	Langsung menuliskan jawaban tanpa ada proses kerja
Manipulasi tidak langsung (<i>undirected manipulation</i>)	Tidak ada keterkaitan proses dalam penyelesaian masalah setiap langkah
Masalah hierarki keterampilan (<i>skills hierarchy problem</i>)	Salah dalam menuangkan ide aljabar
Kesalahan selain kriteria di atas (<i>above other</i>)	Tidak menuliskan jawaban

Temuan menunjukkan bahwa siswa membuat semua jenis kesalahan dalam soal cerita (Mafruhah & Muchyidin, 2020). Jenis kesalahan dominan ialah data dan prosedur yang tidak tepat, serta data hilang (Dazrullisa & Hadi, 2021; Munawaroh et al., 2018). Selain itu dalam soal cerita, jenis kesalahan dominan siswa ialah tidak menuliskan jawaban dari masalah yang diberikan. Sedangkan jenis kesalahan data tidak tepat dan konflik level respons paling minim dilakukan siswa (Mafruhah & Muchyidin, 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa analisis kesalahan Watson cocok digunakan untuk mengetahui kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita, namun analisis ini juga dapat digunakan untuk soal biasa. Jenis kesalahan siswa dalam perspektif kesalahan Watson dapat dipengaruhi oleh kemampuan matematis seperti pemahaman konsep, penalaran, dan koneksi matematis.

4. Analisis Kesalahan Hadar

Selain kriteria yang telah dijelaskan seperti Newman, Kastolan, dan Watson, terdapat analisis dengan kriteria Hadar. Adapun indikatornya tersaji pada tabel 5.

Tabel 5. Indikator Analisis Kesalahan Kriteria Hadar

Jenis-Jenis Kesalahan	Indikator
Kesalahan menggunakan data	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kurang tepat dalam menyalin data 2. Tidak sesuai dalam menambahkan/menuliskan data (informasi) 3. Menggunakan data yang tidak ada 4. Menambahkan syarat yang tidak perlu 5. Memberikan informasi yang tidak sesuai dengan soal.

	<ol style="list-style-type: none"> 6. Memberikan informasi yang bukan menjadi syarat 7. Menggunakan nilai suatu variabel untuk variabel lainnya.
Kesalahan menggunakan bahasa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengartikan simbol matematika dengan bahasa sehari-hari 2. Menuliskan simbol konsep dengan simbol lain yang memiliki arti beda.
Kesalahan menggunakan logika dalam menarik kesimpulan	Salah dalam menarik kesimpulan untuk suatu masalah/soal yang diberikan.
Kesalahan dalam menggunakan definisi atau teorema	Salah memakai rumus, definisi, teorema, atau prinsip matematika.
Penyelesaian tidak diperiksa kembali	Pekerjaan/jawaban tidak diperiksa/koreksi kembali
Kesalahan teknis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Salah hitung 2. Salah mengutip data 3. Salah memanipulasi simbol

Sumber: (Gusman et al., 2021; Minggu et al., 2022)

Kesalahan yang paling sering dilakukan siswa ialah salah menggunakan data, salah menggunakan bahasa, salah menarik kesimpulan, salah menggunakan definisi dan teorema, serta salah teknis (Ferdianto & Yesino, 2019; Minggu et al., 2022). Penyebab dari kesalahan menggunakan data dan bahasa yaitu adanya miskonsepsi pada siswa. Salah dalam menggunakan definisi/ teorema diakibatkan siswa yang kurang berlatih menyelesaikan masalah matematika. Kesalahan dalam menarik kesimpulan yaitu siswa yang terburu-buru/tergesa-gesa dalam mengerjakan atau menyelesaikan soal (Ferdianto & Yesino, 2019). Kesalahan yang dominan dibuat siswa dengan kategori tinggi dan sedang adalah salah dalam menarik kesimpulan, sedangkan siswa kategori rendah paling banyak melakukan penyelesaian tidak diperiksa kembali (Gusman et al., 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa analisis kesalahan Hadar cocok digunakan untuk mengetahui kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika dalam soal cerita, meskipun analisis ini juga dapat digunakan untuk soal biasa. Analisis ini juga sangat cocok digunakan dalam mengetahui cara siswa dalam melakukan suatu pembuktian (seperti teorema, induksi matematika, dan pembuktian lainnya). Jenis kesalahan siswa dalam perspektif kesalahan Hadar dapat dipengaruhi oleh kemampuan matematis seperti pemahaman konsep, penalaran, koneksi, dan komunikasi matematis.

5. Analisis Kesalahan Polya

Selain menggunakan analisis kesalahan Newman, langkah penyelesaian masalah Polya juga efektif dan dapat dipakai untuk menganalisis kesalahan siswa pada soal cerita (Katon & Arigiyati, 2018; Rahman & Nur, 2021; Rofi'ah et al., 2019). Pada langkah Polya, terdapat empat proses penyelesaian masalah (soal) matematika, yaitu (Katon & Arigiyati, 2018; Lusiana, 2017; Wati & Sujadi, 2017):

1. Memahami masalah.
2. Memikirkan perencanaan pemecahan.
3. Melaksanakan rencana pemecahan.
4. Memeriksa kembali jawaban pemecahan masalah.

Langkah Polya dianggap memiliki kerangka atau proses kerja yang efektif dan tersusun dengan baik pada penyelesaian masalah matematika (Wati & Sujadi, 2017). Oleh sebab itu, tahapan Polya tersebut dapat menjadi pondasi dalam menganalisis kesalahan siswa yang tersaji pada tabel 6.

Tabel 6. Indikator Analisis Kesalahan Kriteria Polya

Jenis – Jenis Kesalahan	Indikator Kesalahan
Kesalahan tahap pertama	Salah dalam menentukan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan.
Kesalahan tahap kedua	Salah dalam menerjemahkan soal ke bentuk model matematika.
Kesalahan tahap ketiga	Salah dalam menyelesaikan model matematika.
Kesalahan tahap keempat	Salah dalam mengecek/melihat kembali hasil yang diperoleh.

Sumber: (Lusiana, 2017; Wati & Sujadi, 2017)

Dari empat jenis kesalahan, kesalahan tahap pertama merupakan kesalahan dominan yang dibuat siswa (Wati & Sujadi, 2017). Namun, Kesalahan pada tahap satu masih tergolong kecil dibandingkan dengan kesalahan tahap kedua, ketiga, dan keempat yang tergolong cukup tinggi (Rofi'ah et al., 2019). Selain itu, untuk siswa dengan gaya *Field Independent* (FI), cenderung membuat kesalahan tahap kedua dan tahap keempat. Sedangkan siswa dengan gaya *Field Dependent* (FD), cenderung membuat kesalahan pada semua tahap (Lusiana, 2017). Berdasarkan kemampuan siswa, siswa dengan kategori tinggi memiliki jumlah dan jenis kesalahan yang relatif lebih sedikit daripada siswa dengan kategori sedang dan tinggi (Erfani et al., 2020)

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa analisis kesalahan Polya cocok digunakan untuk mengetahui kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika dalam bentuk soal cerita.

6. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kesalahan Siswa

Ada 2 (dua) faktor penyebab siswa membuat kesalahan dalam menyelesaikan masalah, yaitu faktor eksternal dan faktor internal yang disajikan pada tabel 7 berikut.

Tabel 7. Faktor-faktor yang mempengaruhi kesalahan siswa

Faktor-faktor	Temuan
Proses Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> • Taksonomi Solo • Scaffolding • Self-Regulated Learning (SRL)
Karakter Diri	<ul style="list-style-type: none"> • Kemandirian Belajar • Kecemasan Belajar • Motivasi Belajar • Minat Belajar • Gaya Belajar • Gaya Kognitif • Kemampuan Awal
Kemampuan Matematis	<ul style="list-style-type: none"> • Pemecahan masalah • Pemahaman konsep matematis • Koneksi Matematis • Berpikir Kritis Matematis • Representasi Matematis • Komunikasi Matematis • Penalaran Matematis
Gender	<ul style="list-style-type: none"> • Perempuan • Laki-laki

Dalam proses pembelajaran, pemberian *scaffolding* dapat membantu siswa memperbaiki kesalahan, memperoleh pemahaman, serta meningkatkan kinerja dan sikap siswa Siswa yang mendapatkan *scaffolding* cenderung melakukan kesalahan lebih sedikit daripada siswa yang tidak mendapatkan *scaffolding* (Fatahillah et al., 2017; Sulistyorini, 2017). Selain itu taksonomi solo juga berperan terhadap jenis kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah (Agustina et al., 2016). Siswa dengan level *multistructural* cenderung tidak melakukan kesalahan baik dengan metode Kastolan maupun langkah Polya. Siswa level *prestructural* cenderung melakukan kesalahan pemahaman dan perencanaan (Polya), serta kesalahan konsep dan prinsip (Kastolan). Siswa



level *unistructural* melakukan kesalahan perencanaan, penyelesaian masalah, dan kesalahan jawaban akhir (Polya), serta kesalahan konsep dan prinsip (Kastolan). Sedangkan siswa level *relational* dan *extended abstract* juga cenderung tidak melakukan kesalahan baik metode Kastolan maupun langkah Polya (Widyawati et al., 2018). Kemampuan awal siswa juga berpengaruh terhadap kesalahan siswa. Semakin rendah kategori kemampuan siswa, maka semakin banyak kesalahan yang dapat dibuat dan begitu pun sebaliknya (Erfani et al., 2020; Gusman et al., 2021). Dari *Self-Regulated Learning*, siswa kategori tinggi tidak membuat kesalahan. Siswa kategori sedang, banyak membuat kesalahan konsep dan operasi. Sebaliknya, siswa dengan kategori rendah membuat semua jenis kesalahan (Zube et al., 2020).

Dari segi karakter diri, motivasi dan minat belajar ikut berpengaruh. Siswa yang mempunyai motivasi dan minat belajar yang baik akan berusaha dan antusias dalam menyelesaikan masalah yang diberikan walaupun sulit. Sedangkan siswa yang mempunyai motivasi dan minat yang kurang akan kesulitan dan tidak semangat dalam menyelesaikan masalah (Ainin, 2020; Pujakusuma et al., 2019). Kecemasan belajar juga ikut berpengaruh. Siswa dengan kecemasan tinggi mengalami berbagai kesalahan dalam penulisan, ketidakkonsistenan, dan pemaknaan model matematika yang berdampak pada pemecahan masalah (Irfan, 2017). Gaya kognitif siswa turut berperan mempengaruhi kesalahan siswa. Siswa dengan gaya FI cenderung melakukan sedikit kesalahan daripada siswa dengan gaya *Field Dependent* FD (Amalia, 2017; Lusiana, 2017). Gaya kognitif reflektif dan impulsif (Happy et al., 2019) dan gaya belajar pun ikut berperan dalam pemecahan masalah matematika (Tonda et al., 2020; Yofita et al., 2022).

Dari sudut pandang kemampuan matematis, siswa dengan pemahaman konsep yang rendah mengalami banyak kesalahan dan bahkan tidak mampu menyelesaikan masalah yang diberikan (Minggi et al., 2022). Berdasarkan pemahaman konsep, kesalahan paling umum dilakukan yaitu kesalahan penarikan kesimpulan (Zebua et al., 2020). Untuk kemampuan penalaran, siswa yang mempunyai kemampuan penalaran tinggi,

sedang, dan rendah sama-sama membuat kesalahan dalam penyelesaian soal, hanya saja dengan jumlah dan jenis yang berbeda (Amalia & Hadi, 2020). Dari sudut pandang kemampuan komunikasi matematis, siswa yang mempunyai kemampuan komunikasi matematis mampu mengungkapkan ide, pendapat, dan temuan secara lisan maupun tertulis (Munawaroh et al., 2018; Saptika et al., 2018). Dalam kemampuan representasi, umumnya siswa melakukan kesalahan akibat kurangnya kemampuan dalam mentransformasi soal secara simbolik. (Fridgo et al., 2016). Kemampuan berpikir kritis matematis juga berpengaruh terhadap kesalahan siswa dalam penyelesaian masalah matematika (Ronny et al., 2022).

Perbedaan gender merupakan faktor lainnya yang berperan dalam mempengaruhi proses penyelesaian soal. Kemampuan perempuan lebih baik jika dibandingkan dengan kemampuan laki-laki (Agnesti & Amelia, 2020; Meilanawati & Pujiastuti, 2020).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapatkan, maka disimpulkan bahwa dalam menganalisis kesalahan siswa dapat menggunakan berbagai analisis dengan kriteria, sebagai berikut: 1) analisis kesalahan dengan kriteria Newman, 2) analisis kesalahan dengan kriteria Kastolan, 3) analisis kesalahan dengan kriteria Watson, 4) analisis kesalahan dengan kriteria Hadar, dan 5) analisis kesalahan dengan langkah Polya. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh temuan bahwa untuk menganalisis kesalahan pada soal cerita dapat menggunakan analisis dengan kriteria Newman, Watson, Hadar, dan langkah Polya, sedangkan untuk menganalisis bentuk soal biasa dapat menggunakan perspektif Kastolan, Watson, dan Hadar. Selain itu, untuk soal pembuktian sangat cocok menggunakan analisis Hadar. Adapun faktor-faktor penyebab kesalahan siswa terbagi atas 2, yaitu faktor eksternal melalui proses pembelajaran dan faktor internal berupa karakter diri, kemampuan matematis, dan gender.

Berdasarkan temuan yang diperoleh, maka dapat direkomendasikan bahwa sebagai seorang guru atau pendidik perlu untuk menganalisis hasil jawaban siswa terkait penyelesaian masalah matematika sehingga guru dapat mendiagnosis kekurangan dan kelebihan siswa. Hasil diagnosis tersebut dapat menjadi rujukan guru untuk melakukan refleksi pembelajaran sehingga dapat memilih model atau metode pembelajaran yang tepat untuk suatu materi matematika yang sesuai dengan kondisi siswa.



DAFTAR PUSTAKA

- Agnesti, Y., & Amelia, R. (2020). Analisis kesalahan siswa kesalahan viii smp di kabupaten bandung barat dalam menyelesaikan soal cerita pada materi perbandingan ditinjau dari gender. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(1), 151–162. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v4i1.186>
- Agustina, I. R., Mulyono, & Asikin, M. (2016). Analisis kesalahan siswa kelas viii dalam menyelesaikan soal matematika bentuk uraian berdasarkan taksonomi solo. *UJME: Unnes Journal of Mathematics Education*, 5(2), 92–100. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/ujme.v5i2.11399>
- Ainin, N. (2020). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal matriks dan kaitannya dengan motivasi belajar matematika pada kelas xi. *Euclid*, 7(2), 137. <https://doi.org/10.33603/e.v7i2.3122>
- Amalia, D., & Hadi, W. (2020). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal hots berdasarkan kemampuan penalaran matematis. *Transformasi : Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 4(1), 219–236. <https://doi.org/10.36526/tr.v4i1.904>
- Amalia, S. R. (2017). Analisis kesalahan berdasarkan prosedur newman dalam menyelesaikan soal cerita ditinjau dari gaya kognitif mahasiswa. *AKSIOMA*, 8(1), 17–30. <https://doi.org/10.26877/aks.v8i1.1505>
- Darmawan, I., Kharismawati, A., Hendriana, H., & Purwasih, R. (2018). Analisis kesalahan siswa smp berdasarkan newman dalam menyelesaikan soal kemampuan berpikir kritis matematis pada materi bangun ruang sisi datar. *JURING (Journal for Research in Mathematics Learning)*, 1(1), 71–78. <https://doi.org/10.24014/juring.v1i1.4912>
- Dazrullisa, & Hadi, K. (2021). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal matematika berdasarkan kriteria watson. *GENTA MULIA: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, XII(2), 73–88. <https://ejournal.stkipbbm.ac.id/index.php/gm/article/view/667>
- Erfani, G. A., Rokhman, M. S., & Sholikhakh, R. A. (2020). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita matematika materi aritmetika sosial menurut Polya. *AKSIOMA: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 11(2), 306–314. <https://doi.org/10.26877/aks.v11i2.6850>
- Fatahillah, A., Wati, Y. F., & Susanto. (2017). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita matematika berdasarkan tahapan newman beserta bentuk scaffolding yang diberikan. *Kadikma*, 8(1), 40–51. <https://doi.org/https://doi.org/10.19184/kdma.v8i1.5229>
- Ferdianto, F., & Yesino, L. (2019). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal pada materi spldv ditinjau dari indikator kemampuan matematis. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 3(1), 32–36. <https://doi.org/10.35706/sjme.v3i1.1335>
- Fridgo, T., Yenti, I. N., & Heriyanti, S. (2016). Analisis kesalahan transformasi soal pada kemampuan representasi matematis secara simbolik. *Eksakta*, 2, 24–30. <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/eksakta/article/view/7479>
- Gusman, R. N., Suryani, M., & Jufri, L. H. (2021). Analisis kesalahan dalam menyelesaikan soal pemahaman konsep matematika berdasarkan kriteria hadar ditinjau dari kemampuan awal. *Jurnal Equation: Teori Dan Penelitian Pendidikan Matematika*, 4(2), 19–28. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.29300/equation.v4i2.4294>
- Hajerina, H., Suciati, I., & H. Mailili, W. (2022). Analisis kesalahan mahasiswa pada mata kuliah kalkulus diferensial materi turunan. *EQUALS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 5(1), 24–33. <https://doi.org/10.46918/equals.v5i1.1238>
- Happy, N., Faiqotun Alfin, Z., & Handayanto, A. (2019). Analisis kesalahan siswa dengan gaya kognitif reflektif pada materi segiempat berdasarkan newman's error analysis (nea). *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 5(2), 129–140. <https://doi.org/10.24853/fbc.5.2.129-140>
- Hendrayanto, D. N., Widodo, S. A., Wijayanto, Z., & Wahmad, W. (2021). Aplikasi teori newman: bagaimana kesalahan siswa dalam menyelesaikan permasalahan geometri 3d? *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 5(1), 94. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v5i1.3613>
- Irfan, M. (2017). Analisis kesalahan siswa dalam pemecahan masalah berdasarkan kecemasan belajar matematika. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 8(2), 143–149. <https://doi.org/10.15294/kreano.v8i2.8779>
- Jusniani, N. (2018). Analisis kesalahan jawaban siswa pada kemampuan pemahaman matematis melalui pembelajaran kontekstual. *PRISMA*, 7(1), 82–90. <https://doi.org/10.35194/jp.v7i1.361>
- Katon, K. S., & Arigiyati, T. A. (2018). Analisis kesalahan siswa menurut polya materi persamaan dan pertidaksamaan linear satu variabel. *Prosiding Seminar Nasional Etnomatnesia*, 576–580. <https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/etnomatnesia/article/view/2386>
- Lusiana, R. (2017). Analisis kesalahan mahasiswa dalam memecahkan masalah pada materi himpunan ditinjau dari gaya kognitif. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika*, 10(1), 24–29. <https://doi.org/10.30870/jppm.v10i1.1290>



- Mafruhah, L., & Muchyidin, A. (2020). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita matematika berdasarkan kriteria Watson. *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika*, 15(1), 24–35. <https://doi.org/10.21831/pg.v15i1.26534>
- Mauliandri, R., & Kartini, K. (2020). Analisis kesalahan siswa menurut kastolan dalam menyelesaikan soal operasi bentuk aljabar pada siswa smp. *AXIOM: Jurnal Pendidikan Dan Matematika*, 9(2), 107–123. <https://doi.org/10.30821/axiom.v9i2.7687>
- Meilanawati, P., & Pujiastuti, H. (2020). Analisis kesalahan mahasiswa mengerjakan soal teori bilangan menurut tahapan kastolan ditinjau dari gender. *Maju*, 7(2), 182–190. <https://ejournal.stkipbbm.ac.id/index.php/mtk/article/view/518>
- Minggi, I., Bernard, & Fauzan, A. (2022). Students' errors analysis in solving problems in the material of sequences and series based on hadar's criteria in terms of students' mathematical understanding. *EduLine: Journal of Education and Learning Innovation*, 2(2), 54–61. <https://doi.org/10.35877/454ri.eduline748>
- Munawaroh, N., Rohaeti, E. E., & Aripin, U. (2018). Analisis kesalahan siswa berdasarkan kategori kesalahan menurut watson dalam menyelesaikan soal komunikasi matematis siswa smp. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 1(5), 993–1004. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22460/jpmi.v1i5.p993-1004>
- Pujakusuma, G. K., Krisnadi, E., & Tonah. (2019). Analisis kesalahan pemecahan masalah matematika dan motivasi belajar siswa pada materi dimensi tiga. *AKSIOMA: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 10(2), 172–179. <https://doi.org/10.26877/aks.v10i2.4711>
- Rahman, R. F., & Nur, I. R. D. (2021). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal pemecahan masalah polya. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 4(6), 1413–1422. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v4i6.1413-1422>
- Rofi'ah, N., Ansori, H., & Mawaddah, S. (2019). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita matematika berdasarkan langkah penyelesaian polya. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 120–129. <https://doi.org/10.20527/edumat.v7i2.7379>
- Ronny, R. T., Amelia, R., & Bernard, M. (2022). Analisis kesalahan siswa dalam menjawab soal logika matematika pada indikator berpikir kritis matematis. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 5(2), 559–566. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v5i2.10208>
- Saptika, Y. A., Rosdiana, F., & Sariningsih, R. (2018). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal kemampuan komunikasi matematis pada materi bangun datar. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 1(5), 873–880. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v1i5.p873-880>
- Suciati, I., Mailili, W. H., & Hajerina. (2022). Implementasi Geogebra terhadap Kemampuan Matematis Peserta Didik dalam Pembelajaran: a Systematic Literature Review. *Jurnal Teorema*, 7(1), 27–42. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25157/teorema.v7i1.5972>
- Sulistyorini, Y. (2017). Analisis kesalahan dan scaffolding dalam penyelesaian persamaan diferensial. *KALAMATIKA Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 91–104. <https://doi.org/10.22236/kalamatika.vol2no1.2017pp91-104>
- Tonda, A. F., Suwanti, V., & Murniasih, T. R. (2020). Analisis kesalahan konsep matematika siswa dalam menyelesaikan soal operasi aljabar berdasarkan gaya belajar. *Jurnal Silogisme*, 5(1), 19–24. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24269/silogisme.v5i1.2537>
- Wati, M. K., & Sujadi, A. A. (2017). Analisis kesalahan dalam menyelesaikan masalah matematika dengan menggunakan langkah polya siswa kelas vii smp. *PRISMA*, 6(1), 9–16. <https://doi.org/10.35194/jp.v6i1.24>
- Widyawati, A., Septi, D., Afifah, N., & Resbiantoro, G. (2018). Analisis kesalahan siswa dalam memecahkan masalah lingkaran berdasarkan taksonomi solo pada kelas viii analysis of student error in solving circle problem based on solo taxonomy in class viii. *JPMS: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 6(1), 1–9. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jpms/article/view/15087>
- Yofita, A., Rahmi, R., & Jufri, L. H. (2022). Analisis kesalahan siswa menyelesaikan soal cerita ditinjau dari gaya belajar. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 6(1), 42. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v6i1.4979>
- Zebua, V., Rahmi, & Yusri, R. (2020). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal barisan dan deret ditinjau dari kemampuan pemahaman konsep matematis. *Jurnal LEMMA*, 6(2), 122–133. <https://doi.org/10.22202/jl.2020.v6i2.4088>
- Zube, H., Hamdunah, & Suryani, M. (2020). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal persamaan garis ditinjau dari self regulated learning (srl). *Jurnal Equation: Teori Dan Penelitian Pendidikan Matematika*, 5(2), 1–13. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.29300/equation.v5i2.6415>