

## Analisis Kesalahan Mahasiswa Pada Soal Pohon Rentang Minimum Menggunakan Algoritma Prim dan Kruskal Menurut Teori Newman

Finanta Diva Sabila\*<sup>1</sup>, Ahmad Rizki<sup>2</sup>, Meli Lestari<sup>3</sup>, Fransiska Anita<sup>4</sup>, Ahmad Yani<sup>5</sup>, Nadya Febriani Meldi<sup>6</sup>

<sup>1) 2) 3) 4) 5) 6)</sup> Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tanjungpura, Indonesia

\*f1041221020@student.untan.ac.id

### Article History

Received : 25-11-2024

Revised : 21-05-2025

Accepted : 01-06-2025

### Keywords

Analisis kesalahan,  
Pohon rentang minimum,  
Teori Newman

Available online at:



[ejournals.umma.ac.id/index.php/equals](http://ejournals.umma.ac.id/index.php/equals)



Open access article under the CC-BY-SA license

### ABSTRACT

This study aims to examine the mistakes made by students when solving the minimum range tree problem using the Prim and Kruskal algorithms. This study applies a qualitative descriptive approach, involving 23 students in the fifth semester of the Mathematics Education Study Program, Tanjungpura University Pontianak as research subjects. Data was collected using test, interview, and documentation methods. Data analysis techniques involve stages in the form of data reduction, data presentation, and conclusion drawn. Furthermore, the data was analyzed based on Newman's theory, which included reading errors, comprehension errors, transformation errors, process skills errors, and answer writing errors. The results of the study revealed that students tended to make reading mistakes most often with a total of 9 errors (47.36%), process skills errors with a total of 4 errors (21.05%), and answer writing errors with a total of 6 errors (31.58%). No misunderstandings and transformations were found. The main causes of errors are lack of focus, inadequate understanding of the concept of prim and crucial algorithms, and lack of precision in working on problems. This research recommends the need for a deeper understanding of the concept of primordial and crucial algorithms, as well as an increase in students' accuracy in reading and rechecking answers.

**How to Cite :** Sabila, F. D., Rizki, A., Lestari, M., Anita, F., Yani, A. Meldi, N. F. (2025). Analisis Kesalahan Mahasiswa Pada Soal Pohon Rentang Minimum Menggunakan Algoritma Prim dan Kruskal Menurut Teori Newman. *EQUALS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 8(1), 16-29. <https://doi.org/10.46918/equals.v8i1.2532>

### PENDAHULUAN

Salah satu disiplin ilmu yang penting bagi banyak aspek kehidupan sehari-hari adalah matematika. Dalam pengertian yang lebih luas, matematika mencakup berbagai metode dan teori yang digunakan untuk memecahkan masalah serta menjelaskan fenomena di kehidupan (Ayu et al., 2023). Lebih lanjut, Ayu et al. (2023) menjelaskan bahwa matematika merupakan salah satu ilmu dasar yang memiliki peran penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi saat ini didorong oleh perkembangan

matematika, khususnya dalam cabang teori bilangan, aljabar, analisis, peluang, dan matematika diskrit (Andriliani et al., 2022).

Analisis, menurut KBBI (2008), adalah proses pengkajian suatu fenomena untuk memahami kondisi sebenarnya. Jogiyanto (2017) menambahkan bahwa analisis melibatkan pemecahan sistem informasi menjadi komponen-komponen untuk mengenali masalah, peluang, kendala, dan kebutuhan, serta menyusun langkah perbaikan. Kesalahan, menurut KBBI (2008), adalah sesuatu yang tidak sesuai, keliru, atau menyimpang dari ketentuan. Pateda (2015) menjelaskan bahwa kesalahan merupakan penyimpangan yang teratur dan konsisten, mencerminkan tingkat kemampuan peserta didik. Jadi, analisis kesalahan adalah proses menguraikan dan mengkaji kesalahan untuk memahami penyebab, mengevaluasi dampak, serta merumuskan solusi. Dalam bidang pendidikan, analisis kesalahan digunakan untuk mengidentifikasi jenis kesalahan yang dilakukan oleh siswa serta bisa dimanfaatkan untuk memperbaiki proses pembelajaran dan mencapai hasil yang lebih optimal.

Pada kegiatan pembelajaran matematika, mahasiswa sering dihadapkan pada tantangan dalam memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak atau teknis (Nurrahmah et al., 2022). Hal ini mendorong perlunya analisis lebih mendalam terhadap pemahaman konsep yang bersifat abstrak tersebut, termasuk kesalahan-kesalahan yang kerap muncul. Ada banyak faktor yang dapat menyebabkan kesalahan dalam menyelesaikan soal matematika. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Supriadi et al. (2024), diperoleh bahwa kesalahan yang paling sering terjadi adalah pada tahap memahami soal, keterampilan proses, dan kesalahan penulisan jawaban akhir.

Keberadaan matematika dalam kurikulum pendidikan di berbagai jenjang menunjukkan perannya yang strategis dalam membangun landasan keilmuan. Materi matematika tidak hanya mencakup operasi dasar, tetapi juga melibatkan struktur yang lebih kompleks, seperti teori graf, statistik, dan kalkulus. Perkembangan ilmu matematika terus berlanjut, terutama dengan adanya teknologi komputer yang memungkinkan eksplorasi lebih dalam terhadap algoritma dan model matematika untuk aplikasi di kehidupan. Sebagai contoh, dijelaskan oleh Sholikhatin et al. (2020) bahwa pemanfaatan teknologi dalam pembuatan aplikasi penyelesaian suatu graf khususnya algoritma Kruskal dan algoritma Prim bertujuan untuk memudahkan pengerjaan graf sehingga menghasilkan hasil akhir yang akurat.

Teori graf selain menjadi cabang materi dari matematika, teori ini juga dapat kita jumpai dan diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Graf merupakan diagram yang digunakan untuk mempresentasikan berbagai jenis struktur yang bertujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap objek-objek tertentu dan dalam dunia nyata graf sering digunakan untuk menggambarkan hubungan antar objek, struktur organisasi yang bersifat hierarkis, langkah-langkah dalam suatu proses, dan sebagainya (Siang, 2009). Graf, yang merupakan representasi visual dari hubungan antara objek, tersusun dari simpul atau *vertices* dan sisi atau *edges* yang menghubungkan mereka. Salah satu bentuk representasi graf yang sering dimanfaatkan adalah pohon (*tree*).

Pohon sendiri dapat diartikan sebagai sebuah graf yang terhubung dan tidak mengandung sirkuit. Kemudian kumpulan dari beberapa pohon tersebut dapat disebut hutan (*forest*). Salah satu istilah yang ada pada konsep pohon adalah *spanning tree* atau yang biasa disebut dengan pohon perentang. Anggaplah bahwa graf  $G$  adalah graf terhubung tak berarah bukan pohon, yang artinya graf itu mengandung sirkuit. Graf  $G$  dapat dibentuk menjadi pohon  $T$ , dengan menghapus sisi yang akan membentuk sirkuit, maka graf yang sisinya telah dihapus tersebut menjadi pohon

perentang. Jika graf  $G$  tersebut memiliki bobot, pohon  $T$  yang memiliki bobot paling minimum dari graf  $G$  disebut dengan pohon rentang minimum (Erickson, 2013).

Pohon rentang minimum termasuk salah satu materi yang dapat ditemui pada mata kuliah Matematika Diskrit di Prodi Pendidikan Matematika Universitas Tanjungpura Pontianak. Mata kuliah ini diambil pada semester V dengan jumlah 3 SKS. Dua algoritma, yaitu algoritma Prim dan Kruskal, digunakan untuk menemukan pohon rentang minimum. Algoritma Prim dapat membentuk pohon rentang minimum dengan memilih sisi  $e$  dari graf  $G$  yang memiliki bobot terkecil, kemudian dilanjutkan dengan cara mengambil sisi  $e$  yang bersisian tetapi juga mempunyai bobot yang minimum sampai tidak membentuk sirkuit (Munir, 2006). Lebih lanjut, Munir menjelaskan bahwa algoritma Kruskal dapat membentuk pohon rentang minimum dengan memilih sisi  $e$  dari graf  $G$  yang memiliki bobot paling kecil, lalu melanjutkan dengan memilih sisi  $e$  berikutnya yang memiliki bobot terkecil dan tidak harus terhubung langsung, langkah tersebut dilanjutkan sampai tidak membentuk sirkuit. Dari caranya dapat dilihat bahwa dalam algoritma Prim, sisi yang dipilih harus terhubung dengan sisi sebelumnya, sementara pada algoritma Kruskal tidak perlu terhubung dengan sisi sebelumnya, yang terpenting bobotnya paling minimum.

Pohon rentang minimum memiliki berbagai aplikasi, seperti perancangan jaringan komputer dan rute. Dalam pendidikan, mahasiswa sering melakukan kesalahan dan kesulitan memahami algoritma Prim dan Kruskal. Jika dibiarkan, kesalahan tersebut dapat menyebabkan miskonsepsi yang berkelanjutan, menurunkan kualitas pemecahan masalah mahasiswa, hingga berdampak pada rendahnya pemahaman dan hasil belajar mahasiswa. Padahal, penyelesaian graf khususnya algoritma Prim dan Kruskal bermanfaat di berbagai bidang kehidupan (Sholikhatin et al., 2020). Oleh karena itu, analisis kesalahan khususnya pada pohon rentang minimum menjadi langkah penting agar dosen dan mahasiswa dapat memahami letak permasalahan secara mendalam dan memperbaiki strategi pembelajaran ke depannya.

Salah satu penelitian terkait dilakukan Ismunandar & Nurafifah (2021) yang mengkaji kekeliruan mahasiswa dalam menyelesaikan soal cerita tentang pohon dan pohon rentang menurut teori Newman. Berdasarkan penelitiannya, terungkap bahwa beberapa mahasiswa melakukan kesalahan yang sebenarnya bisa dicegah. Kesalahan-kesalahan itu mencakup pencatatan informasi yang diketahui secara tidak lengkap dan kegagalan dalam memahami instruksi. Mahasiswa yang terlalu terburu-buru untuk menyelesaikan tugasnya menyebabkan kesalahan ini. Akibatnya keterampilan tidak terimplementasi secara maksimal dalam proses pengerjaan yang akhirnya berpengaruh pada kesalahan di hasil akhir.

Namun, belum ada penelitian yang secara khusus menyelidiki kesalahan dalam menyelesaikan soal pohon rentang minimum dengan algoritma Prim dan algoritma Kruskal hingga saat ini. Meskipun terdapat banyak penelitian yang membahas algoritma-algoritma ini, sebagian besar fokus pada penerapan atau pengembangan algoritma seperti penelitian yang dilakukan oleh Latifah & Sugiharti (2015) dan Lubis & Srisulistiowati (2021), bukan pada analisis kesalahan dalam proses penyelesaian soal. Penelitian lain mengenai analisis kesalahan yang pernah dilakukan terbatas pada analisis kesalahan di materi pohon rentang. Oleh sebab itu, penelitian ini akan memfokuskan pada analisis kesalahan mahasiswa dalam menggunakan algoritma Prim dan Kruskal pada materi pohon rentang minimum. Penelitian ini menjadi penting karena jarang sekali ada yang meneliti dan membahas kesalahan dalam konteks ini.

Fokus utama penelitian ini adalah mengidentifikasi pola-pola kesalahan yang sering muncul, memahami penyebabnya, dan merumuskan solusi untuk memperbaiki proses pembelajaran.

Dengan pemahaman yang lebih baik tentang hambatan-hambatan yang dihadapi mahasiswa, penelitian ini diharapkan akan berdampak baik dalam upaya pengembangan kurikulum dan strategi pengajaran yang mendukung pembelajaran pohon rentang minimum yang diselesaikan menggunakan algoritma Prim dan Kruskal secara lebih efektif dan menyeluruh.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menggambarkan serta menganalisis kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa dalam menyelesaikan soal-soal yang berkaitan dengan pohon rentang minimum. Pemilihan subjek dilakukan melalui teknik *purposive sampling*, yaitu memilih subjek secara selektif yang relevan dengan tujuan penelitian, berdasarkan pertimbangan bahwa subjek tersebut adalah mahasiswa yang mengikuti mata kuliah Matematika Diskrit dan sudah mempelajari materi pohon rentang minimum. Cara pengumpulan data dalam penelitian ini melibatkan tes, wawancara, dan dokumentasi. Tes digunakan untuk mengidentifikasi kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal pohon rentang minimum, wawancara untuk menggali lebih dalam mengenai hasil pekerjaan mahasiswa, dan dokumentasi untuk mengumpulkan jawaban mahasiswa yang kemudian akan dianalisis kesalahannya. Jenis tes yang diterapkan adalah *post-test* dalam bentuk soal uraian dengan lima soal mengenai pohon rentang minimum.

Penelitian ini dilaksanakan bertempat di Universitas Tanjungpura Pontianak tepatnya Program Studi Pendidikan Matematika, dengan memilih mahasiswa semester V kelas A2 yang berjumlah 27 mahasiswa sebagai subjek penelitian. Peneliti menggunakan teknik *purposive sampling* dengan memilih beberapa mahasiswa yang menunjukkan kesalahan dalam menjawab soal untuk dianalisis lebih lanjut. Dalam penelitian ini, analisis kesalahan didasarkan pada teori analisis kesalahan Newman, yang meliputi kesalahan dalam membaca, memahami, mentransformasi, keterampilan proses, serta kesalahan dalam menuliskan jawaban. Pada Tabel 1 di bawah, dapat dilihat indikator-indikator yang digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis kesalahan.

**Tabel 1.** Indikator Kesalahan Teori Newman

No.	Jenis Kesalahan	Indikator
1	Kesalahan Membaca	Mahasiswa melakukan kesalahan dalam membaca simbol, istilah, perintah, atau informasi penting pada soal.
2	Kesalahan Memahami	a. Mahasiswa tidak mengetahui/salah menuliskan apa yang diketahui/ditanyakan dari soal. b. Mahasiswa salah dalam memahami informasi dari soal, sehingga tidak dapat melanjutkan ke tahap berikutnya
3	Kesalahan Transformasi	Mahasiswa salah dalam memilih operasi, rumus, dan prosedur matematika.
4	Kesalahan Keterampilan Proses	a. Mahasiswa melakukan kesalahan dalam komputasi atau perhitungan. b. Mahasiswa tidak melanjutkan proses atau prosedur penyelesaian.
5	Kesalahan Penulisan Jawaban	Mahasiswa tidak dapat menuliskan jawaban akhir yang diminta soal.

(Clemen, 1980)

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data yang mencakup tahap reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Tahap reduksi data dilakukan dengan menyaring informasi yang didapat dari hasil pekerjaan mahasiswa dan wawancara. Selanjutnya penyajian data dilakukan dengan memaparkan temuan terkait kesalahan mahasiswa melalui penjabaran kesalahan yang terjadi. Pada tahap terakhir, data yang dikumpulkan digunakan untuk menarik kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti menggunakan indikator kesalahan Newman untuk menganalisis data hasil *post-test* mahasiswa, dengan mengidentifikasi persentase masing-masing jenis kesalahan pada setiap soal. Sebelum itu, jawaban mahasiswa dari kelas A2 Semester V materi pohon rentang minimum, dianalisis terlebih dahulu, dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Persentase Hasil Jawaban Mahasiswa

Nomor Soal	Benar	Terdapat Kesalahan	Tidak Menjawab	Total
1	23	0	0	23
2	21	2	0	23
3	19	4	0	23
4	18	5	0	23
5	20	3	0	23
Jumlah	101	14	0	115
Persentase	87,83%	12,17%	0%	100%

Berdasarkan analisis terhadap jawaban mahasiswa, sebagian besar mampu menyelesaikan soal dengan benar. Namun, masih terdapat sejumlah mahasiswa yang melakukan kesalahan, yang kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan indikator Newman untuk mengetahui jenis dan penyebab kesalahan tersebut.

**Tabel 3.** Persentase Kesalahan Mahasiswa Berdasarkan Indikator Newman

Nomor Soal	Jenis Kesalahan				
	K1	K2	K3	K4	K5
1	0	0	0	0	1
2	2	0	0	0	0
3	2	0	0	2	3
4	2	0	0	2	2
5	3	0	0	0	0
Total	9	0	0	4	6
Persentase	47,36%	0%	0%	21,05%	31,58%

Kesalahan mahasiswa dalam membaca dilambangkan dengan K1, kesalahan mahasiswa dalam memahami yaitu K2, kesalahan mahasiswa dalam transformasi yaitu K3, kesalahan keterampilan proses mahasiswa yaitu K4, dan kesalahan mahasiswa dalam menuliskan jawaban yaitu K5. Tabel 3 mengindikasikan bahwa kesalahan membaca merupakan jenis kesalahan yang paling dominan dilakukan mahasiswa saat mengerjakan soal *post-test*. Sebaliknya, tidak ditemukan kesalahan pada aspek memahami maupun transformasi, yang menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa telah mampu memahami isi soal dan menentukan langkah penyelesaian yang tepat. Meski begitu, masih terdapat mahasiswa yang melakukan kesalahan

pada tahap perhitungan serta dalam menuliskan jawaban akhir, yang menunjukkan adanya kekurangan dalam keterampilan prosedural dan ketelitian.

Dapat dilihat bahwa mahasiswa melakukan kesalahan paling banyak pada kategori kesalahan membaca yaitu sebesar 47,36%. Berdasarkan analisis terhadap lembar *post-test* yang dikerjakan mahasiswa, kesalahan membaca ini disebabkan oleh banyak mahasiswa yang salah dalam memahami instruksi soal terkait algoritma Prim dan Kruskal. Berbagai jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa saat menyelesaikan soal tersebut ditemukan dari data yang dikumpulkan. Subjek yang melakukan kesalahan menjadi dasar pemilihan sampel. Setiap jenis kesalahan yang ditemukan, sesuai dengan teori Newman, akan dibahas lebih lanjut sebagai berikut.

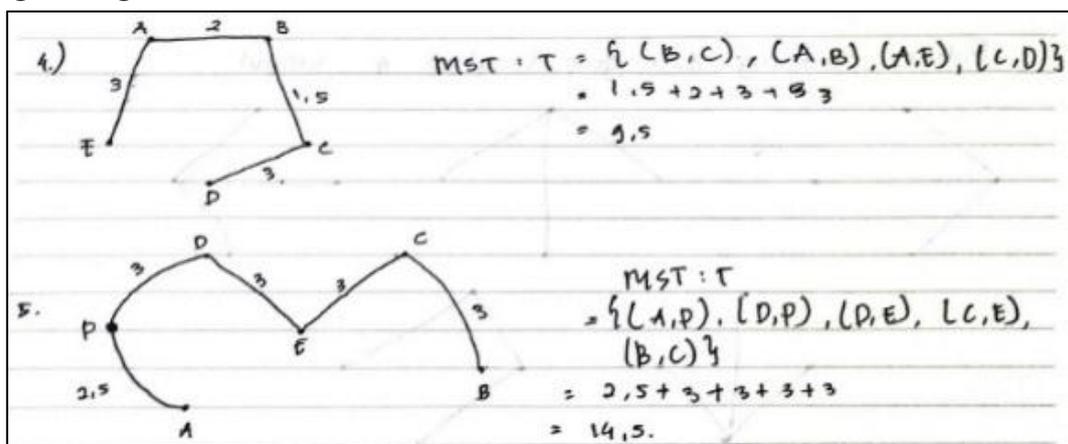
### 1. Kesalahan Membaca

Berdasarkan Tabel 3, persentase mahasiswa yang melakukan kesalahan membaca mencapai 47,36%, dengan total 9 kesalahan. Penjelasan lebih lanjut mengenai kesalahan membaca mahasiswa disajikan dalam tabel berikut.

**Tabel 4.** Uraian Kesalahan Membaca Mahasiswa

Nomor Soal	Uraian Kesalahan	Frekuensi	Persentase
2	Keliru dalam membaca perintah soal	2	8,69%
3	Keliru dalam membaca perintah soal	2	8,69%
4	Keliru dalam membaca perintah soal	2	8,69%
5	Keliru dalam membaca perintah soal	3	13,04%

Pada Tabel 4, terlihat bahwa kesalahan dalam membaca muncul ketika mahasiswa salah memahami instruksi soal. Soal nomor 5 merupakan soal dengan kesalahan membaca terbanyak, dengan 3 mahasiswa atau sekitar 13,04%, sedangkan soal nomor 2, nomor 3, dan nomor 4 masing-masing sebesar 8,69%.



**Gambar 1.** Jawaban subjek S3 soal nomor 4 dan 5

Pada Gambar 1, subjek S1 salah memahami instruksi yang diberikan pada soal sehingga dikategorikan ke dalam kesalahan membaca. Pada soal, mahasiswa diminta untuk menuliskan langkah-langkah dalam memperoleh pohon rentang minimum beserta gambar pada setiap langkahnya. Namun, subjek S3 hanya menggambarkan pohon rentang minimum yang tidak disertai dengan langkah-langkahnya, termasuk gambar pada setiap langkah. Berikut kutipan wawancara dengan subjek S3.

P : Bisa kamu ceritakan bagaimana kamu mengerjakan soal nomor 4 dan 5?

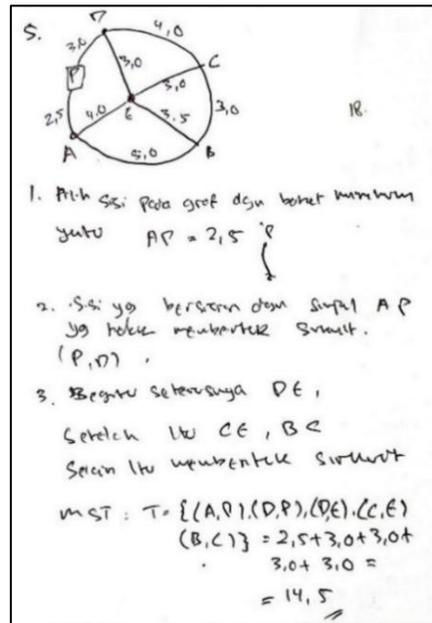
S<sub>3</sub> : Saya langsung menggambar pohon rentang minimum setelah memahami soalnya. Saya merasa sudah tahu cara mencari pohonnya, jadi saya fokus ke gambarnya saja

P : Mengapa kamu tidak menuliskan langkah-langkahnya seperti yang diminta?

S<sub>3</sub> : Sepertinya saya tidak membaca perintah soal secara lengkap. Saya hanya melihat kata 'gambar' dan berpikir itu sudah cukup

P : Apa mungkin kamu tergesa-gesa saat membaca soal?

S<sub>3</sub> : Ya, saya agak terburu-buru karena ingin segera mengerjakan. Saya pikir saya sudah memahami soal hanya dari bacaan sekilas



**Gambar 2.** Jawaban pekerjaan subjek S5 soal nomor 5

Dari Gambar 2, subjek S5 juga melakukan kesalahan namun berbeda dengan kekeliruan subjek S3. Subjek S5 hanya menuliskan langkah-langkahnya dalam bentuk kalimat tanpa menggambarkan graf pohon di setiap langkahnya. Berikut kutipan wawancara dengan subjek S5.

P : Bisa kamu ceritakan bagaimana kamu mengerjakan soal pohon rentang minimum nomor 5?

S<sub>5</sub> : Saya menuliskan langkah-langkahnya dalam bentuk kalimat, karena saya pikir itu yang diminta soal

P : Mengapa kamu tidak menggambarkan graf pohon di setiap langkah seperti yang diminta?

S<sub>5</sub> : Mungkin saya kurang fokus saat membaca soal. Saya melihat bagian 'langkah-langkah' dan merasa cukup hanya menuliskannya tanpa memikirkan bagian gambar

P : Bagaimana perasaanmu setelah mengetahui letak kesalahan ini?

S<sub>5</sub> : Saya merasa kurang puas dengan jawaban saya. Rasanya seharusnya saya bisa lebih baik kalau lebih teliti membaca soal

Berdasarkan Gambar 1 dan 2 serta hasil wawancara, dapat disimpulkan bahwa kedua subjek melakukan kesalahan dalam membaca soal, khususnya di instruksi soal. Namun, masing-masing subjek memiliki jenis kesalahan yang berbeda. Analisis kesalahan yang dilakukan oleh kedua subjek menunjukkan bahwa pemahaman terhadap perintah soal sangat dipengaruhi oleh kejelian, fokus, dan cara membaca instruksi secara menyeluruh. Subjek S3 hanya menggambar pohon rentang minimum tanpa menuliskan langkah-langkahnya karena membaca

perintah secara tidak lengkap, begitu pula subjek S5 hanya menuliskan langkah-langkahnya tanpa menyertakan gambar pohon di setiap langkah. Kedua subjek juga mengakui bahwa tergesa-gesa dan kurang fokus menjadi faktor utama kesalahan mereka. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat yang diungkapkan oleh Daswarman (2020) dan Ma'rifah et al. (2020) yang menyatakan bahwa kesalahan membaca dapat terjadi karena siswa tidak cukup teliti dan terburu-buru dalam mencermati soal. Selain itu, menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Himmi & Husna (2020) dan Trapsilo (2016) kesalahan membaca pada mahasiswa terjadi karena mahasiswa tidak dapat mengidentifikasi informasi penting dalam soal serta tidak memahami kata kunci atau makna dari soal yang diberikan.

## 2. Kesalahan Keterampilan Proses

Menurut Tabel 3, persentase kesalahan dalam keterampilan proses mahasiswa mencapai 21,05%, yang berarti 4 mahasiswa melakukan kesalahan. Deskripsi dari kesalahan keterampilan proses mahasiswa disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 5.** Uraian Kesalahan Keterampilan Proses Mahasiswa

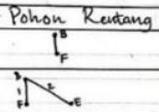
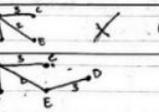
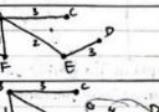
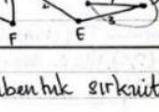
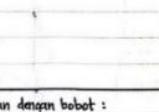
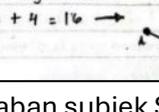
Nomor Soal	Uraian Kesalahan	Frekuensi	Persentase
3	Kesalahan dalam prosedur dan hasil perhitungan	2	8,69%
4	Kesalahan dalam prosedur perhitungan	1	4,34%
	Kesalahan dalam hasil perhitungan	1	4,34%

Pada tabel di atas, terlihat bahwa mahasiswa melakukan kesalahan pada perhitungan dan memperoleh hasil yang salah. Kesalahan keterampilan proses terjadi pada soal nomor 3, di mana 2 mahasiswa (8,69%) membuat kesalahan, begitu pula pada soal nomor 4.

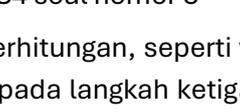
3. Langkah 1: Sisi-sisi dari graf disortir menaik berdasarkan bobotnya

Sisi	(B,F)	(B,E)	(C,A)	(B,C)	(E,D)	(A,F)	(C,F)	(F,E)	(D,A)	(A,B)	(C,D)	(G,E)
Bobot	1	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5

Langkah 2: Pilih sisi (u,v) yang mempunyai bobot minimum tetapi (u,v) tidak membentuk sirkuit dit. masukkan (u,v) ke dalam T.

Sisi	Bobot	Pohon Rentang
(B,F)	1	
(B,E)	2	
(B,C)	3	
(B,D)	3	
(A,F)	3	
(D,A)	4	
(C,G)	2	Membentuk sirkuit
(C,F)	4	
(F,E)	4	
(A,B)	5	
(C,D)	5	
(G,E)	5	

Pohon rentang minimum yang dihasilkan dengan bobot:  
 Bobot = 1 + 2 + 3 + 3 + 3 + 4 = 16



**Gambar 3.** Jawaban subjek S4 soal nomor 3

Subjek S4 melakukan kesalahan dalam proses perhitungan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Kesalahan yang dilakukan subjek S4 yaitu pada langkah ketiga, di mana seharusnya

gambar dilanjutkan dengan sisi (C,G) yang tidak membentuk sirkuit dan memiliki bobot sebesar 2 karena yang dicari adalah bobot minimum. Namun, mahasiswa justru menggambarkan sisi (B,C) dengan bobot sebesar 3. Mahasiswa juga menggunakan sisi (D,G), padahal sisi tersebut tidak termasuk pada pohon rentang minimum yang diminta soal. Kesalahan pada langkah ini berpengaruh pula pada hasil yang menyatakan bahwa sisi (C,G) akan terbentuk sirkuit, yang mana seharusnya sisi tersebut termasuk ke dalam pohon rentang minimum. Berikut kutipan wawancara dengan subjek S4.

P : Mengapa kamu memilih sisi (B,C) dengan bobot 3 pada langkah ketiga, bukan sisi (C,G) dengan bobot 2?

S<sub>4</sub> : Karena sisi (C,G) tidak bersisian langsung dengan salah satu simpul yaitu simpul B, F, atau E

P : Apakah kamu sudah memahami konsep algoritma Kruskal? Apa yang membedakannya dengan algoritma Prim?

S<sub>4</sub> : Di algoritma Kruskal kita harus menuliskan dan mengurutkan terlebih dahulu sisi-sisinya dari bobot yang terkecil. Selanjutnya sisi dihubungkan sesuai urutan asalkan tidak membentuk sirkuit

P : Apakah sisi tersebut harus bersisian langsung dengan simpul yang ada?

S<sub>4</sub> : Kalau tidak salah, harusnya iya

Langkah 1: Memilih sisi pd graf G dengan bobot minimum yaitu (A,B) dengan bobot 2. Sehingga  $T = \{(A,B)\}$ .

Langkah 2: Sisi yang bersisian dengan simpul di  $T = \{(A,B)\}$  yg tidak membentuk sirkuit adalah (A,E), (B,C), (A,C), (B,E). Dengan bobot minimum yaitu (B,C) yg bernilai 1,5. Sehingga  $T = \{(A,B), (B,C)\}$ .

Langkah 3: Sisi yg bersisian dengan simpul di  $T = \{(A,B), (B,C)\}$  yg tidak membentuk sirkuit adalah (A,E), (B,E), (C,D), (C,E). Dengan bobot minimumnya yaitu (A,E) yg bernilai 3. Sehingga  $T = \{(A,B), (B,C), (A,E)\}$ .

Langkah 4: Sisi yg bersisian dan simpul di  $T = \{(A,B), (B,C), (A,E)\}$  yg tidak membentuk sirkuit adalah (C,D), (D,E). Dengan bobot minimumnya yaitu (C,D) yang bernilai 3. Sehingga  $T = \{(A,B), (B,C), (A,E), (C,D)\}$ .

Langkah 5: Seluruh simpul sudah terhubung dan tidak membentuk sirkuit, maka pemilihan sisi berhenti. Sehingga MST:  $T = \{(A,B), (B,C), (A,E), (C,D)\}$   
 $= 2 + 1,5 + 3 + 3$   
 $= 9,5$

Gambar 4. Jawaban subjek S2 soal nomor 3

Gambar 4 menunjukkan bahwa subjek melakukan kesalahan hanya dalam proses perhitungan, namun kesalahan tersebut tidak memengaruhi hasil akhir. Kesalahan perhitungan yang dilakukan subjek S2 yaitu pada langkah pertama. Langkah pertama pada algoritma prim adalah memilih sisi dengan bobot paling kecil yaitu sisi (B,C) dengan bobot sebesar 1,5. Namun, subjek S2 malah memilih sisi (A,B) dengan bobot sebesar 2. Kekeliruan subjek pada langkah ini

untungnya tidak mempengaruhi hasil akhir. Hal ini dikarenakan pada langkah kedua, mahasiswa melanjutkan dengan memilih sisi yang bersisian yaitu sisi (B,C). Berikut kutipan wawancara dengan S2.

P : Apakah kamu mengetahui langkah awal dalam menggunakan algoritma Prim?

S<sub>2</sub> : Memilih sisi dengan bobot terkecil

P : Lalu mengapa kamu memilih sisi (A,B) dengan bobot 2 pada langkah pertama, bukan sisi (B,C) dengan bobot 1,5?

S<sub>2</sub> : Sepertinya saya salah melihat bobot di graf. Saya kira sisi (A,B) adalah bobot terkecil. Saya tidak terlalu memeriksa ulang sebelum melanjutkan

P : Tapi untungya, kesalahan ini tidak memengaruhi hasil akhir. Menurutmu apa yang membuat kamu kembali ke langkah yang benar di langkah berikutnya?

S<sub>2</sub> : Saat melanjutkan, saya memperhatikan bobot sisi yang bersisian. Jadi, tampaknya secara tidak sengaja saya mengikuti jalur yang benar

Dapat disimpulkan bahwa kedua subjek melakukan kesalahan dalam keterampilan proses, meskipun pada konsep yang berbeda, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4. Subjek S4 keliru pada langkah tertentu di algoritma Kruskal, karena masih kurang memahami konsep dari algoritma itu sendiri. Subjek berpendapat bahwa pada algoritma Kruskal, sisi yang dihubungkan harus berbagi simpul dengan sisi lainnya. Padahal, hal ini hanya berlaku pada algoritma Prim. Hal ini sejalan dengan penelitian Andayani & Lathifah (2019) dan Maharani et al. (2024) yang menyatakan bahwa kurangnya pemahaman masalah dan konsep materi dapat memicu kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika. Kesalahan tersebut juga bisa terjadi karena subjek tersebut masih belum memahami prosedur ataupun langkah yang tepat. Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang Sunardingsih et al. (2019) dan Nurdiawan & Zanthi (2019) yang di mana pada penelitian tersebut didapat bahwa siswa yang mengalami kesalahan dalam keterampilan proses terjadi karena siswa tersebut masih belum mengetahui cara ataupun prosedur yang sesuai pada soal yang telah diberikan. Sementara itu, subjek S2 memilih sisi yang salah pada langkah pertama, namun secara tidak sengaja melanjutkan ke langkah yang benar tanpa menyadari kesalahannya.

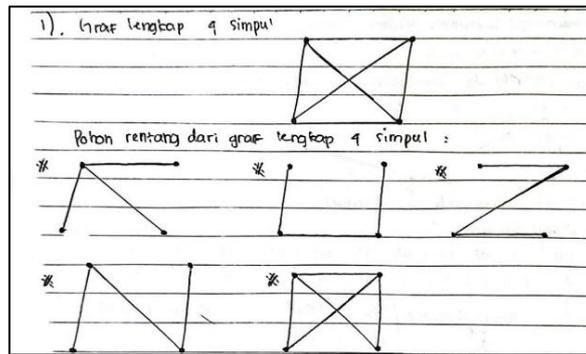
### 3. Kesalahan Penulisan Jawaban

Berdasarkan Tabel 3, kesalahan penulisan jawaban mahasiswa mencapai 31,58%. Penjelasan lebih lanjut mengenai kesalahan penulisan jawaban mahasiswa dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 6.** Uraian Kesalahan Penulisan Jawaban Mahasiswa

Nomor Soal	Uraian Kesalahan	Frekuensi	Persentase
1	Salah menulis jawaban di akhir	1	4,34%
3	Salah menulis jawaban di akhir	3	13,04%
4	Salah menulis jawaban di akhir	2	8,68%

Tabel 6 menunjukkan bahwa soal nomor 3 memiliki kesalahan penulisan jawaban terbanyak, dengan total 3 mahasiswa yang melakukannya. Soal nomor 4 juga memiliki 2 kesalahan penulisan jawaban, dan soal nomor 1 memiliki satu kesalahan penulisan jawaban. Kesalahan ini terjadi ketika jawaban akhir yang ditulis mahasiswa salah.



**Gambar 5.** Jawaban subjek S7 soal nomor 1

Gambar 5 menunjukkan subjek salah dalam menuliskan jawaban akhir yang sesuai. Soal meminta untuk menggambar 5 pohon rentang dari graf lengkap 4 simpul, namun subjek hanya benar menggambar 4 pohon rentang. Kesalahan yang dilakukannya adalah pada pohon rentang ke-5, di mana gambar tersebut bukan merupakan pohon rentang karena terdapat sirkuit. Berikut kutipan wawancara dengan S7.

P : Apakah kamu memahami definisi dari pohon rentang?

S<sub>7</sub> : Iya, pohon rentang adalah subgraf yang menghubungkan semua simpul dalam graf tanpa membentuk sirkuit

P : Lalu, mengapa pada pohon rentang kelima terdapat sirkuit?

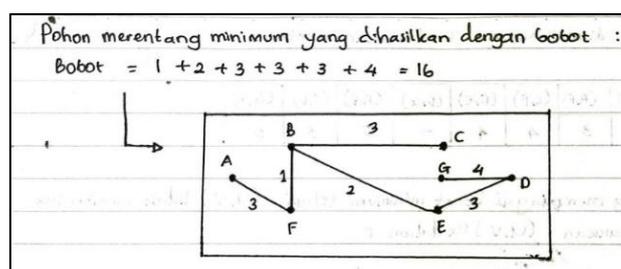
S<sub>7</sub> : Oh iya, sepertinya saya tidak teliti saat menggambar pohon terakhir. Saya terlalu fokus memastikan ada lima gambar berbeda, tapi tidak benar-benar memeriksa apakah semuanya memenuhi syarat sebagai pohon rentang

P : Jadi, kamu melewatkan langkah untuk memeriksa adanya sirkuit?

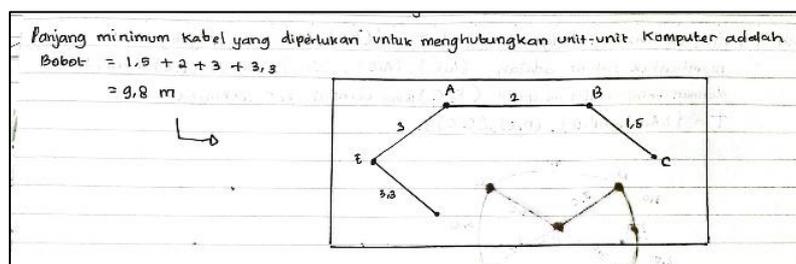
S<sub>7</sub> : Betul. Saya merasa sudah selesai karena jumlah gambar sudah sesuai dengan yang diminta soal, jadi saya langsung lanjut tanpa memeriksa lagi

P : Apakah ada waktu yang cukup untuk memeriksa jawabanmu sebelum dikumpulkan?

S<sub>7</sub> : Sebenarnya waktu cukup, tapi saya merasa sudah benar, jadi tidak terpikir untuk mengecek ulang



**Gambar 6.** Jawaban subjek S1 soal nomor 3



**Gambar 7.** Jawaban subjek S1 soal nomor 4

Dari Gambar 6 dan 7, dapat dilihat bahwa meskipun subjek dapat menuliskan jawaban akhir, namun jawaban tersebut tidak sama dengan yang diminta. Kesalahan yang terjadi pada tahap perhitungan adalah sumber kesalahan ini. Kesalahan yang dilakukan subjek yaitu pada langkah-langkah menentukan sisi baik pada algoritma Prim di nomor 3 dan algoritma Kruskal di nomor 4. Pada nomor 3, subjek menuliskan bobot minimum yaitu  $1 + 2 + 3 + 3 + 3 + 4 = 16$  yang seharusnya adalah  $1 + 2 + 2 + 3 + 3 + 3 = 14$ . Begitu pula pada nomor 4, subjek menuliskan bobot minimum  $1,5 + 2 + 3 + 3,3 = 9,8$  yang seharusnya adalah  $1,5 + 2 + 3 + 3 = 9,5$ .

Berdasarkan Gambar 5, 6, dan 7, ditemukan bahwa kedua subjek melakukan kesalahan dalam menuliskan jawaban akhir. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sunardingsih et al. (2019), yang menyatakan bahwa ketika siswa tidak memperoleh hasil akhir yang sesuai dengan langkah-langkah yang telah mereka lakukan, maka berpotensi pada kesalahan dalam menuliskan jawaban akhir. Kesalahan yang dilakukan oleh subjek S7 dan S1 dalam menuliskan jawaban akhir menunjukkan pentingnya ketelitian dalam setiap tahap pengerjaan soal. Subjek S7, meskipun sudah menggambar lima pohon rentang, keliru dengan menggambar salah satu pohon rentang yang tidak memenuhi syarat karena terdapat sirkuit, disebabkan oleh kurangnya pemeriksaan ulang. Di sisi lain, kesalahan penulisan jawaban akhir oleh subjek S1 diakibatkan oleh langkah-langkah dalam memperolehnya yang keliru. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Sari et al. (2019) dan Tanzimah & Sutrianti (2023), kesalahan siswa dalam menuliskan jawaban akhir disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain tergesa-gesa saat menyusun kesimpulan, kelalaian dalam mencantumkan angka, dampak dari kesalahan pada tahap sebelumnya, serta kurangnya konsentrasi ketika mengerjakan soal.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa mahasiswa melakukan beberapa kesalahan saat menyelesaikan soal pohon rentang minimum dengan menggunakan algoritma Prim dan Kruskal. Kesalahan ini ditinjau dari indikator Newman, yang pertama yaitu kesalahan membaca dengan total kesalahan 9 atau 47,36%. Berdasarkan hasil wawancara, kesalahan yang dilakukan mahasiswa disebabkan oleh kurangnya fokus dan tergesa-gesa saat mengerjakan *post-test*. Selanjutnya pada kesalahan dalam keterampilan proses, yang tercatat sebanyak 4 kesalahan atau 21,05%, disebabkan oleh kurangnya pemahaman mahasiswa terhadap konsep dalam mengerjakan soal dengan menggunakan algoritma Prim dan Kruskal. Pada kesalahan penulisan jawaban dengan total 6 kesalahan atau 31,58%. Kesalahan ini terjadi karena mahasiswa kurang teliti dalam menulis jawaban dan tidak mengecek ulang jawaban untuk memastikan kebenaran jawaban. Sementara itu, tidak terdapat kesalahan mahasiswa pada indikator kesalahan memahami dan kesalahan transformasi, ini menunjukkan bahwa mahasiswa sudah memahami makna soal yang diberikan dan mampu menentukan langkah atau operasi yang tepat untuk menyelesaikannya.

### Saran

Pendidik diharapkan dapat memberikan penekanan lebih pada pentingnya ketelitian dalam membaca soal dan pengecekan ulang jawaban, mengingat kesalahan terbesar terjadi pada aspek membaca dan penulisan jawaban. Pendidik juga perlu memperkuat pemahaman konsep dasar algoritma Prim dan Kruskal untuk mengurangi kesalahan dalam penyelesaian soal pohon rentang minimum. Untuk penelitian lain diharapkan dapat mengkaji lebih mendalam untuk

menemukan bagian-bagian konsep algoritma Prim dan Kruskal yang paling sulit dipahami oleh mahasiswa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, F., & Lathifah, A. N. (2019). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMP dalam Menyelesaikan Soal pada Materi Aritmatika Sosial. *Jurnal Cendekia*, 3(1), 1–10.
- Andriliani, L., Amaliyah, A., Putry Prikustini, V., & Daffah, V. (2022). Analisis Pembelajaran Matematika pada Materi Geometri. *SIBATIK JOURNAL: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan*, 1(7), 1169–1178.
- Ayu, Mariyam, & Utama, E. G. (2023). Pengaruh Model Quantum Teaching and Learning Terhadap Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Kelas V pada Materi Volume Bangun Ruang Di SDN 26 Singkawang. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8(3), 610–627.
- Clemen, M. N. (1980). *The Newman Procedure For Analysing Errors On Written Mathematical Tasks*. Educational Studies in Mathematics.
- Daswarman, D. (2020). Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Matematika Ditinjau dari Prosedur Newman. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 4(1), 73–80.
- Departemen Pendidikan Indonesia. (2008). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Balai Pustaka.
- Erickson, J. (2013). *Algorithms*. Department of Computer Science University of Illinois Urbana-Champaign.
- Himmi, N., & Husna, A. (2020). Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Materi Prinsip Inklusi Eksklusi Dengan Prosedur Newman. *PYTHAGORAS: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(1), 18–27.
- Ismunandar, D., & Nurafifah, L. (2021). Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Pada Bab Tree dan Spanning Tree Berdasarkan Prosedur Newman. *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 6(1), 1–14.
- Jogiyanto, H. M. (2017). *Analisis dan Desain (Sistem Informasi Pendekatan Terstruktur Teori dan Praktik Aplikasi Bisnis)*. Andi.
- Latifah, U., & Sugiharti, E. (2015). Penerapan Algoritma Prim Dan Kruskal Pada Jaringan Distribusi Air Pdam Tirta Moedal Cabang Semarang Utara. *UNNES Journal of Mathematics*, 4(1), 48–57.
- Lubis, H., & Srisulistiowati, D. B. (2021). Algoritma Prim Dan Kruskal Dalam Mencari Minimum Spanning Tree Pada Bahasa Pemrograman C. *Jurnal Sistem Informasi Universitas Suryadarma*, 8(2), 1–14.
- Maharani, I. D., Ermawati, D., & Riswari, L. A. (2024). Analisis Penyebab Kesalahan yang Biasa Terjadi dalam Menyelesaikan Soal Cerita Bilangan Bulat. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(1), 483–494.
- Ma'rifah, C., Sa'dijah, C., Subanji, S., & Nusantara, T. (2020). Profil Kemampuan Komunikasi Matematis Peserta Didik dalam Pemecahan Masalah Soal Cerita. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematika*, 8(2), 43–56.
- Munir, R. (2006). *Matematika Diskrit* (3rd ed.). Informatika.
- Nurdiawan, R., & Zanthi, L. S. (2019). Analisis kesalahan dalam menyelesaikan soal cerita pada materi himpunan berdasarkan tahapan Newman. *Journal On Education*, 1(3), 128–134.
- Nurrahmah, A., Kartono, K., Zaenuri, Z., & Isnarto, I. (2022). Tinjauan Pustaka Sistematis: Abstraksi Matematis Mahasiswa Pada Pembelajaran Matematika Berdasarkan Teori APOS. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, 120–129.
- Pateda, M. (2015). *Sosiolinguistik*. Bandung: Angkasa.

- Sari, S. R., Munawaroh, F., Rosidi, I., & Wulandari, A. (2019). Kesalahan Umum pada Penyelesaian Soal Cerita Materi Getaran, Gelombang, dan Bunyi: Aplikasi Newman Error Analysis. *Natural Science Education Research*, 2(2), 159–166.
- Sholikhatin, S. A., Prasetyo, A. B., & Nurhopipah, A. (2020). Aplikasi Berbasis Desktop Untuk Penyelesaian Graph Dengan Algoritma Kruskal dan Algoritma Prim. *Jurnal Resistor*, 3(2), 89–93.
- Siang, J. (2009). *Matematika Diskrit dan Aplikasinya pada Ilmu Komputer* (4th ed.). Andi.
- Sunardingsih, G. W., Hariyani, D., & Fayeldi. (2019). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Matematika Berdasarkan Analisis Newman. *Jurnal Terapan Sains & Teknologi*, 1(2), 41–45.
- Supriadi, Rusani, I., Hidayani, H., & Sira'a, Y. (2024). Analisis Kesalahan Pemahaman Konsep Matematika pada Materi Metode Dual Simpleks. *KAMBIK: Journal of Mathematics Education*, 2(1), 80–89.
- Tanzimah, & Sutrianti, D. (2023). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita pada Materi Peluang Berdasarkan Prosedur Newman's Error Analysis (NEA). *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 5(2), 191–200.
- Trapsilo, B. E. T. (2016). *Analisis Kesalahan Siswa Menurut Teori Newman dalam Menyelesaikan Soal-Soal Cerita Materi Persamaan Linier Dua Variabel pada Siswa Kelas IX SMP Negeri 1 Banyubir*. Skripsi Universitas Kristen Satya Wacana.