

Profil Komunikasi Matematis Tulis Siswa Pembelajaran Daring dalam Menyelesaikan Masalah Bangun Ruang Sisi Lengkung

Nia Cahyani¹, Makbul Muksar¹, Rustanto Rahardi¹

¹Pendidikan Matematika-Universitas Negeri Malang

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 13-06-2021

Disetujui: 13-07-2021

Kata kunci:

*mathematical communication;
solution to problem;
build a curved side room;
komunikasi matematis;
pemecahan masalah;
bangun ruang sisi lengkung*

Alamat Korespondensi:

Nia Cahyani
Pendidikan Matematika
Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
E-mail: nia_ca@yahoo.co.id

ABSTRAK

Abstrak: The purpose of this study is to describe the profile of online learning students' written mathematical communication in solving problems about curved three dimensional objects. The problem given is a contextual problem and delivered online to 2 students in Bimbingan Belajar Gracia in 9th grade. The indicator is adapted from previous research and is using QCAI criteria. The result shows that one of two students can respond clearly and state verbal sentence to mathematical expression. Both students are less able to communicate their mathematical thinking to others and haven't been able to give argumentation to support their answer.

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan profil komunikasi matematis tulis siswa pembelajaran daring dalam memecahkan masalah bangun ruang sisi lengkung. Masalah yang diberikan merupakan soal cerita kontekstual yang terdiri dari satu butir soal dan diberikan secara daring kepada 2 siswa les daring kelas IX Bimbingan Belajar Gracia. Indikator yang dipakai merupakan adaptasi dari beberapa indikator dari penelitian terdahulu dan menggunakan kriteria QCAI. Hasil penelitian menunjukkan satu dari dua siswa sudah dapat merespon dengan jelas dan menyatakan kalimat biasa menjadi kalimat matematika. Kedua siswa kurang dapat mengkomunikasikan gagasan secara efektif kepada orang lain, serta kedua siswa belum dapat memberikan argumen pendukung jawaban.

Kurikulum 2013 yang berlaku sekarang menuntut siswa memiliki keterampilan 4C (*Creative, Critical Thinking and Problem Solving, Communicative, dan Collaborative*) (Kemendikbud, 2016). Keempat keterampilan tersebut berhubungan erat dan saling mempengaruhi satu sama lain. Kemampuan komunikasi merupakan hal mendasar yang perlu dimiliki siswa untuk memperoleh keterampilan tersebut. Komunikasi diperlukan agar kita dapat memahami ide-ide matematika secara benar. Kemampuan komunikasi yang kurang baik mengakibatkan kelemahan dalam kemampuan-kemampuan matematika yang lain (Qohar, 2011b). Komunikasi matematis merupakan kemampuan seseorang dalam menerima atau menyampaikan ide matematis baik secara lisan maupun tulisan (Hodiyanto, 2017).

Menurut Son (2015) komunikasi dalam pembelajaran terbagi menjadi dua macam, yaitu komunikasi langsung dan tidak langsung. Dalam komunikasi langsung, media yang digunakan berupa bahasa verbal dan hanya dapat dilakukan melalui pembelajaran tatap muka. Maka, salah satu kelemahannya adalah pesan tidak sampai kepada penerima pesan, dalam hal ini siswa/mahasiswa, jika tidak terjadi tatap muka. Terkadang dalam komunikasi langsung guru/dosen memerlukan bantuan media seperti gambar, alat peraga, tulisan, grafik dan lain-lain agar pesan yang disampaikan dapat dengan mudah diterima oleh siswa/mahasiswa, komunikasi seperti ini yang disebut komunikasi langsung menggunakan media. Sedangkan komunikasi tidak langsung yaitu komunikasi yang tetap dapat dilakukan tanpa tatap muka. Guru/dosen dapat mendesain pesan yang disampaikan melalui media tertentu misal berupa CD pembelajaran, video pembelajaran, e-modul, modul ataupun dalam bentuk lainnya.

Selain jenis komunikasi seperti dijelaskan Son, komunikasi daring (*online communication*) kini telah menjadi populer di kalangan pelajar sebagai sarana untuk menyampaikan materi dalam dunia pendidikan (Najdi, 2018). Dalam masa pandemi seperti saat ini pelaksanaan pembelajaran yang dianjurkan pemerintah adalah dengan pembelajaran daring (Kemendikbud, 2020). Dalam pembelajaran daring, komunikasi yang dominan adalah komunikasi tulis. Hal ini dikarenakan dalam pembelajaran *online* atau sering disebut pembelajaran daring bahan ajar disediakan oleh pengajar ataupun sudah ada di internet sebelumnya dan siswa mempelajarinya secara mandiri (Indiati, 2008). Bahan ajar tersebut paling banyak dan mudah berupa artikel atau *e-book* yang itu semua dalam bentuk tulisan. Ada juga guru yang mengajar daring menggunakan *video call conference* atau menggunakan bahan

ajar video namun, ini memerlukan kuota banyak serta koneksi internet yang kuat yang tidak semua guru atau siswa memilikinya. Kondisi ini menuntut guru dan siswa untuk memiliki kemampuan komunikasi yang baik agar pembelajaran dapat berjalan efektif dan tetap menerapkan protokol kesehatan.

Berdasarkan survei yang dilakukan Kominfo (2017) tercatat bahwa 40,87% siswa SD, 59,89% siswa SMP, dan 79,56% siswa SMA telah memiliki *smartphone* di tahun 2017. Dan perkiraan di tahun ini jumlah pengguna *smartphone* dari semua kalangan juga bertambah. Artinya, warga Indonesia sudah melek teknologi dan seharusnya pembelajaran daring tidak menjadi masalah besar. Namun, pada kenyataan berdasarkan survei KPAI terhadap 1.700 siswa berbagai jenjang pendidikan pada 13-20 April 2020, sekitar 76,7 persen di antaranya mengaku tidak senang mengikuti pembelajaran jarak jauh (PJJ) (Mediana, 27 April 2020). Salah satu faktor yang membuat siswa tidak senang mengikuti pelajaran adalah karena komunikasi yang tidak baik antara guru dan siswa sehingga siswa merasa sulit mengerti dan bosan (Aziz, 2019).

Kemampuan komunikasi matematis yang baik dapat mendukung kemampuan lainnya, salah satunya *problem solving*. Dengan kemampuan komunikasi matematis yang baik, masalah dapat dengan segera direpresentasikan dengan tepat dan representasi itu kemudian membantu dalam penyelesaiannya (Qohar, 2011a). Dalam penyelesaian masalah, dapat terjadi proses komunikasi simbolik, logis dan verbal (Rohmawati, 2017). Komunikasi simbolik adalah saat siswa memahami masalah dan menyatakannya dalam bahasa matematika/symbol. Komunikasi logis terjadi saat siswa melakukan proses penyelesaian yang biasanya memuat implikasi atau aturan logika matematika. Komunikasi verbal yaitu saat siswa menuliskan penjelasan atau kesimpulan dengan kalimat biasa. Semua proses komunikasi ini dapat diamati dari jawaban siswa saat diberikan masalah/soal.

Berdasarkan kriteria QCAI, siswa dikatakan memiliki komunikasi matematis tulis yang baik apabila mereka mampu merespon dengan jelas, memodelkan kalimat biasa menjadi kalimat matematika, mengkomunikasikan ide matematis secara efektif pada orang lain dan memberikan argumen untuk mendukung jawaban (Silver, Edward; Lane, 1993). Kriteria-kriteria ini dapat diamati dari respons atau jawaban siswa pada soal pemecahan masalah. NCTM (2000) menyatakan memecahkan masalah artinya terlibat dalam tugas dimana jawaban dan metodenya tidak diketahui di awal. Untuk menemukan solusi, siswa harus menggunakan pengetahuannya dan melalui proses ini mereka akan sering mengembangkan pemahaman matematika. Selanjutnya, menurut Polya (1957) terdapat empat tahapan dalam pemecahan masalah, yaitu (1) memahami masalah, (2) mengembangkan strategi, (3) mengimplementasikan strategi, dan (4) mengkaji ulang. Hubungan indikator komunikasi matematis siswa dalam pemecahan masalah dapat dilihat pada tabel 1 yang oleh peneliti diadaptasi dari Anggraeni, Kleden, Pangastuti, Husna, dan Mandasari, sedangkan rubrik penilaian yang digunakan adalah skala penilaian Lane yang detailnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Indikator Komunikasi Matematis Tulis dalam Penyelesaian Masalah

Tahapan Polya	Kriteria Komunikasi Matematis Tulis	Indikator
Memahami masalah	Merespon dengan jelas	Menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dengan lengkap dan jelas
	Memodelkan kalimat biasa menjadi kalimat matematika	Menggunakan kalimat matematika dalam menuliskan apa yang diketahui dan ditanya
	Mengkomunikasikan ide matematis secara efektif pada orang lain	-
Mengembangkan Strategi	Memberikan argumen pendukung jawaban	-
	Merespon dengan jelas	Menuliskan proses penyelesaian dengan lengkap dan jelas
	Memodelkan kalimat biasa menjadi kalimat matematika	Menggunakan kalimat matematika dalam menuliskan proses penyelesaian
Mengimplementasikan Strategi	Mengomunikasikan ide matematis secara efektif pada orang lain	Menghubungkan data agar memperoleh ide untuk menyusun rencana/strategi dalam menyelesaikan masalah secara sistematis
	Memberikan argumen pendukung jawaban	-
	Merespon dengan jelas	Menuliskan proses penyelesaian dengan lengkap dan jelas
	Memodelkan kalimat biasa menjadi kalimat matematika	Menggunakan kalimat matematika dalam menuliskan proses penyelesaian
	Mengkomunikasikan ide matematis secara efektif pada orang lain	-
	Memberikan argumen pendukung jawaban	Mampu memberikan deskripsi, penjelasan atau bukti yang benar dan lengkap terhadap kebenaran suatu pernyataan yang dibuat dalam uraian jawaban sehingga tidak menyebabkan keambiguan dan diungkapkan secara tulisan

Tahapan Polya	Kriteria Komunikasi Matematis Tulis	Indikator
Mengkaji Kembali	Merespon dengan jelas Memodelkan kalimat biasa menjadi kalimat matematika Mengkomunikasikan ide matematis secara efektif pada orang lain Memberikan argumen pendukung jawaban	Menuliskan kesimpulan dengan jelas - - -

(Anggraeni, 2018; Husna, 2012; Kleden, 2015; Mandasari, 2018; Pangastuti, 2014)

Tabel 2. Kriteria Penilaian Komunikasi Matematis Lane

Skor	Keterangan
4	Memberikan respon dengan lengkap dan jelas Adanya diagramm/gambar/pemodelan matematika yang tepat Menggunakan kalimat efektif dan strategi penyelesaian masalah yang terstruktur Adanya argumen pendukung yang logis
3	Memberikan respon dengan cukup lengkap dan jelas Adanya kekurangan dalam diagramm/gambar/pemodelan matematika yang tepat Umumnya menggunakan kalimat dan strategi penyelesaian masalah yang efektif Adanya sedikit ketidakjelasan pada argumen
2	Memberikan respon yang cukup lengkap, tetapi ada keambiguan pada respon Ketidakjelasan pada diagram/gambar/model matematika yang digunakan Kalimat dan strategi penyelesaian tidak efektif, tetapi masih logis Argumen pendukung tidak logis
1	Memberikan data yang cukup, tetapi gagal melengkapi bagian penting. Ketidaksesuaian pada diagram/gambar/model matematika yang digunakan. Kalimat dan strategi penyelesaian tidak efektif.
0	Penjelasan yang diberikan tidak mencerminkan masalah Tidak ada gambar/diagram

Standar komunikasi menurut NCTM (2000) harus memungkinkan semua siswa untuk (1) mengatur dan menggabungkan berpikir matematisnya melalui komunikasi, maksudnya adalah masalah yang diberikan sebaiknya masalah yang memungkinkan siswa mengorganisasikan dan menghubungkan pengetahuan matematisnya; (2) mengomunikasikan gagasan matematisnya secara koheren dan jelas ke teman, guru atau orang lain, maksudnya adalah masalah yang diberikan memungkinkan siswa untuk mengungkapkan ide/gagasan matematisnya; (3) menganalisis dan mengevaluasi gagasan matematis dan strategi orang lain, maksudnya adalah soal yang diberikan sebaiknya memuat pendapat atau gagasan matematis yang kemudian memungkinkan siswa untuk mengevaluasinya; (4) menggunakan bahasa matematika untuk mengekspresikan gagasan matematis secara tepat, maksudnya adalah soal yang diberikan sebaiknya berupa soal cerita sehingga memungkinkan siswa menyatakan kalimat biasa menjadi kalimat matematika.

Masalah yang akan digunakan untuk mengetahui profil komunikasi matematis tulis menggunakan materi bangun ruang sisi lengkung. Bangun ruang sisi lengkung yang dimaksud adalah tabung, kerucut dan bola, sedangkan masalahnya berupa masalah kontekstual yang *open-ended* dan berbentuk soal cerita yang memuat pemecahan masalah dan analisis gagasan. Menurut Fauziah (2020) soal *open-ended* bagus digunakan untuk mengetahui profil komunikasi matematis tulis siswa karena soal *open-ended* memungkinkan mengeksplorasi ide-ide dan pemikirannya dalam menyelesaikan masalah, serta menuntut siswa menjelaskannya. Masalah diberikan ke siswa dalam pembelajaran dalam jaringan melalui *Whatsapp*. Berdasarkan pemaparan di atas, masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana gambaran umum profil komunikasi matematis tulis yang dimiliki siswa. Tujuannya adalah mendeskripsikan profil komunikasi matematis tulis siswa pembelajaran daring dalam memecahkan masalah.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan mengeksplorasi kemampuan komunikasi matematis siswa melalui jawaban tertulis siswa dan dilakukan melalui aplikasi *whatsapp*. Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan profil komunikasi matematis tulis siswa yang perolehan datanya dilakukan dengan cara naturalistik. Penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian kualitatif yang bersifat deskriptif dengan metode naturalistik (Creswell, 2012). Subjek dalam penelitian ini dua orang siswa kelas IX yang mengikuti les daring di Bimbingan Belajar Gracia Malang, yaitu SW dan KK. Instrumen yang digunakan berupa tes komunikasi matematis tulis

dengan materi bangun ruang sisi lengkung. Data dikumpulkan dengan memberikan tes komunikasi matematis tulis ke siswa. Data dianalisis secara deskriptif dengan mendeskripsikan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya.

HASIL

Dari satu soal yang diberikan, diperoleh jawaban dan rasional yang berbeda dari kedua siswa. Berikut dilampirkan soal yang diberikan dan dijelaskan secara detail profil komunikasi matematis tulis tiap siswa. Soal: Keluarga Pak Rudi adalah keluarga sehat dan menerapkan protokol kesehatan selama pandemi. Pak Rudi menyediakan sabun dan ember berbentuk tabung dengan diameter 48 cm dan tinggi 64 cm dan disertai kran di bagian bawahnya agar siapapun yang keluar masuk rumah Pak Rudi dapat mencuci tangan dengan sabun. Pada saat itu air dalam ember bersisa setengah volume ember. Pak Rudi mengutus kedua anaknya Rina dan Adi untuk mengisi ember itu sampai penuh. Rina menggunakan gayung berbentuk setengah bola dengan diameter 24 cm sedangkan gayung Adi berbentuk kerucut dengan jari-jari 12 cm dan tinggi 18 cm. Dalam pelaksanaannya, ternyata Adi tidak membantu Rina. Setiap Rina selesai menuangkan air yang dia ambil dari penampungan ke ember, Adi mengambil air dari ember dan mengembalikannya ke penampungan. Namun, Rina membiarkannya karena yakin setelah beberapa kali pengulangan ember itu akan penuh. Setujukah kamu dengan pendapat Rina? Jika iya, setelah pengambilan air ke berapa ember itu penuh? Jelaskan pendapatmu.

Komunikasi Matematis Tulis SW

The image shows a student's handwritten work on lined paper, organized into three distinct sections marked with boxes:

- Section 1 (Blue box):** Lists known information: "Diketahui → • Ember → d = 48 (tabung) t = 64", "• Gayung Rina → d = 24 (setengah bola)", and "• Gayung Adi → r = 12 (kerucut) t = 18". It also states the question: "Ditanya → Pengambilan beberapa hingga gayung penuh?".
- Section 2 (Yellow and Red boxes):** Shows calculations. It starts with "Jawab → • V tabung = 3,14 × 576 × 64 = 115752,96". Then it calculates "• Sisa air = 115752,96 / 2 = 57876,48". Next, it calculates "• Gayung Rina = 1/2 × 4/3 × 3,14 × 1228 = 3617,28" and "• Gayung Adi = 1/3 × 3,14 × 144 × 18 = 2712,96". It then finds the difference: "• Gayung rina - gayung adi = 3617,28 - 2712,96 = 904,32". Finally, it calculates the number of scoops: "• V tabung / selisih ke 2 gayung = 57876,48 / 904,32 = 64".
- Section 3 (Green box):** Provides a conclusion: "• Jadi, butuh 64 kali pengamb air agar ember penuh kembali".

Gambar 1. Hasil Pekerjaan SW

Sebelum menjawab soal, siswa SW menuliskan yang diketahui dan ditanyakan soal terlebih dahulu seperti terlihat pada kotak 1. Kemudian, dia menuliskan proses penyelesaian pada kotak 2 dan kesimpulan di kotak 3. Pada bagian diketahui, siswa SW menuliskan informasi yang ada pada soal dengan bahasanya sendiri dan menggunakan simbol. Setelah itu dia menuliskan proses penyelesaian masalah mulai dari menghitung volume masing-masing bangun yang diketahui, yaitu volume tabung. Setelah mengetahui volume tabung dia menghitung volume air yang harus dimasukkan. Kemudian, siswa SW menghitung volume gayung Rina dan Adi. Lalu, siswa SW menuliskan strateginya yaitu dengan mencari selisih volume gayung Rina dan Adi dan menghitung banyak pengulangan yang diperlukan dengan membagi volume air yang diperlukan dengan selisih volume gayung. Kemudian dia menuliskan kesimpulan di sebelah kanan. Jawaban siswa SW tidak lengkap karena dia tidak menjawab pertanyaan pertama

“Setujukah kamu dengan pendapat Rina?”. Untuk kriteria memberikan respons dengan jelas, siswa SW menuliskan diketahui, ditanya, proses penyelesaian, dan kesimpulan dengan cukup lengkap dan jelas. Untuk kriteria menuliskan kalimat biasa menjadi kalimat matematika siswa SW sudah mampu melakukannya dengan menuliskan informasi apa saja yang terdapat pada soal juga proses penyelesaiannya menggunakan kalimat matematika. Namun, kalimat matematika yang dituliskan siswa SW kurang efektif karena siswa SW masih menggunakan kata-kata dalam kalimat matematikanya. Sebaiknya siswa SW membuat pemisalan lalu menggunakan variabel atau simbol yang telah didefinisikan dalam proses penyelesaiannya sehingga lebih ringkas. Masih tentang penulisan kalimat matematika, siswa SW menggunakan tanda implikasi (\rightarrow) tidak pada tempatnya. Kemudian untuk kriteria mengkomunikasikan ide matematis secara efektif ke orang lain yang, siswa SW sudah mampu melakukannya dengan menghubungkan data agar memperoleh ide untuk menyusun strategi dan dia tuangkan dalam proses penyelesaian. Siswa SW menghubungkan data volume bangun-bangun yang diketahui (kotak A) yang kemudian digunakan untuk menentukan strategi (kotak B). Terakhir, untuk kriteria memberikan argumen untuk mendukung jawaban tidak ditunjukkan oleh siswa SW karena siswa SW tidak menuliskan penjelasan pada setiap langkah yang dia ambil juga tidak menjawab pertanyaan apakah dia setuju dengan pendapat Rina dan tidak menjelaskan alasannya tetapi hanya menjawab pertanyaan berapa pengulangan yang diperlukan dan itu pun kurang tepat karena jika diperhatikan lebih detail pada pengambilan yang terakhir ketika ember sudah penuh Rina dapat langsung menutupnya sebelum dikurangi lagi oleh Adi.

$$L_d = \frac{2}{3} \times 3,14 \times \frac{1}{2} \times 12 = 301,44 \text{ cm}^2$$

$$L_d = 5 \sqrt{12^2 + 18^2}$$

$$= \sqrt{144 + 324}$$

$$= \sqrt{468} = 6\sqrt{13} \text{ cm}$$

$$L_a = 3,14 \times 12 \times 12 + 3,14 \times 12 \times 6\sqrt{13}$$

$$= 452,16 + 226,08\sqrt{13}$$

$$= 1267,30303 \text{ cm}^2$$

$$\text{Lember} = 2 \times 3,14 \times 24 \times 64 + 2 \times 3,14 \times 24 \times 24$$

$$= 9646,08 + 3617,28$$

$$= 13265,36 \text{ cm}^2$$

- Setuju, pengambilan air yg ke 44.

Gambar 2. Hasil Pekerjaan KK

Komunikasi Matematis Tulis KK

Sebelum menjawab soal, siswa KK menuliskan apa yang diketahui dalam soal tanpa menuliskan apa yang ditanyakan. Kemudian dia menuliskan proses penyelesaian dan jawaban tanpa memberikan kesimpulan. Untuk kriteria memberikan respon dengan jelas, siswa KK masih kurang jelas dalam memberikan respons. Dia menuliskan informasi penting yang ada di soal, proses penyelesaian dan jawaban saja tanpa memberikan kesimpulan. Siswa KK juga menuliskannya tanpa dikategorikan bagian mana sampai mana merupakan diketahui, mana yang merupakan proses penyelesaian dan mana jawaban akhir. Untuk kriteria memodelkan kalimat biasa menjadi kalimat matematika, siswa KK menuliskan informasi pada soal dengan menggunakan kalimat matematika. Siswa KK menggunakan tanda titik dua ($:$) untuk menghubungkan bangun yang diketahui dengan detailnya ini sudah lebih tepat daripada yang dituliskan siswa SW yang menggunakan tanda panah (\rightarrow). Namun, tanda titik dua yang ditulis siswa KK terlalu banyak dan ditandai lingkaran hijau. Di situ tanda titik dua tidak diperlukan lagi. Siswa KK menuliskan dua informasi dalam satu baris yaitu “ $d = 48$ ” dan “ $r = 24$ ” tanpa tanda hubung apapun ini menjadi ambigu karena bagi pembaca yang tidak paham dapat terbaca sebagai persamaan yang dihubungkan dua tanda samadengan “ $d = 48r = 24$ ”. Masih pada kriteria memodelkan kalimat biasa menjadi kalimat matematika, siswa KK lebih efisien karena dia banyak menggunakan variabel atau simbol. Namun, ini menjadi ambigu karena siswa KK tidak memberikan definisinya terlebih dahulu. Contohnya pada “ $\text{air} = \frac{1}{2}v$ ” ini membingungkan karena tidak jelas air yang mana dan v melambangkan apa, kecepatan, volume, volume benda yang mana tidak disebutkan oleh siswa KK. Begitupun untuk simbol “ R ” siswa KK menuliskan simbol tersebut untuk mewakili gayung yang

digunakan oleh Rina dan berbentuk setengah bola sedangkan simbol " A_{Δ} " dituliskan siswa KK untuk menyatakan gayung yang digunakan Adi dan berbentuk kerucut. Lagi, siswa KK menuliskan dua informasi dalam satu baris untuk diameter dan jari-jari gayung Rina. Untuk kriteria mengkomunikasikan ide matematis secara efektif pada orang lain, siswa KK telah mampu menghubungkan data dari informasi yang diketahui untuk menentukan luas permukaan masing-masing bangun sebagai strateginya. Namun, strategi ini tidak tepat karena konteks soal berhubungan dengan volume bukan luas permukaan. Kemudian, siswa KK menuliskan jawaban dari semua pertanyaan yaitu dia setuju dengan pendapat Rina dan akan penuh pada pengambilan ke 64. Jawaban ini tidak disertai argumen dan tidak terdapat dalam proses penyelesaian sama sekali.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil tersebut, tampak bahwa siswa SW dalam mengkomunikasikan gagasannya dalam menyelesaikan soal cerita ini cukup lengkap dan runtut dengan menuliskan diketahui, ditanya, proses penyelesaian serta kesimpulan. Pada bagian diketahui ini siswa SW melakukan komunikasi simbolik dengan menuliskan informasi pada soal ke dalam simbol (Rohmawati, 2017). Perlu diketahui bahwa menuliskan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan dalam soal itu penting karena dengan menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan di soal, itu menandakan bahwa siswa memahami soal (Anggraeni, 2018). Selain itu, menuliskan diketahui dan ditanya bermanfaat membantu siswa mengingat informasi penting dalam soal dan menyusun strategi agar dapat memberikan jawaban yang relevan. Sebagai contoh, dalam penelitian ini, siswa SW tidak menuliskan "Apakah kamu setuju dengan pendapat Rina?" di dalam daftar ditanya sehingga dia lupa menjawab pertanyaan tersebut dan langsung menjawab pertanyaan kedua dari soal yaitu pada pengambilan ke berapa ember akan penuh.

Strategi yang digunakan siswa SW sudah tepat dengan membagi volume air yang diperlukan dengan selisih volume gayung Rina dan Adi namun tidak memperhatikan detail bahwa pengambilan terakhir cukup sampai Rina mengisi air tanpa dikurangi oleh Adi. Hal ini mungkin disebabkan oleh kurangnya kemampuan penalaran spasial siswa SW sehingga dia tidak dapat membayangkan/memvisualisasi hubungan volume air yang dia masukkan, volume air yang diambil Adi, dan volume ember. Ini sesuai dengan penelitian Resnick (2021) yang menemukan bahwa kemampuan *spatial reasoning* memengaruhi kemampuan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*).

Ditinjau dari penulisan pemodelan matematikanya, siswa SW belum mampu menuliskan kalimat matematika yang efektif. Dia masih menuliskan perhitungannya menggunakan campuran bahasa verbal dan kalimat matematika seperti "sisa air = $\frac{115.752,96}{2}$ ". Selain itu, ada juga pemodelan yang rancu seperti "gayung Rina – gayung Adi = 3.617,28 – 2.712,96". Yang dimaksud Siswa SW adalah volume gayung Rina dikurangi volume gayung Adi, tetapi yang ditulis hanya gayung Rina dikurangi gayung Adi. Kesalahan penulisan seperti ini juga ditemui oleh Anggraeni (2018) dalam penelitiannya. Akan lebih tepat jika siswa SW menuliskan "Volume gayung Rina – volume gayung Adi" atau jika ingin lebih efisien lagi, dapat dibuat pemisalan dengan mendefinisikan variabel " $R :=$ volume gayung Rina" dan " $A :=$ volume gayung Adi" kemudian menuliskan " $R - A = 3.617,28 - 2.712,96$ " dalam perhitungannya. Dalam menuliskan proses penyelesaian masalah ini, siswa SW telah melakukan komunikasi logis, karena langkah satu mempengaruhi perhitungan di langkah berikutnya hingga menemukan jawaban akhir melalui proses tersebut (Rohmawati, 2017).

Ditinjau dari ada tidaknya argumen pendukung jawaban, siswa SW telah memberikan argumennya melalui proses penyelesaian, karena langkah yang dia ambil didasari oleh informasi pada soal atau berdasarkan langkah sebelumnya. Namun, akan lebih komunikatif bagi pembaca jika siswa SW menuliskan keterangan dalam setiap langkah. Misalnya, pada langkah " $V_{tabung} = 3,14 \times 576 \times 64$ " diberi keterangan "substitusi ukuran tabung yang diketahui ke rumus volume tabung" dan pada "sisa air = $\frac{115.752,96}{2}$ " diberi keterangan "diketahui ember sudah terisi setengah bagian, jadi hanya perlu mengisi setengahnya".

Terakhir, siswa SW menuliskan kesimpulan dari proses penyelesaiannya menggunakan kalimat biasa. Menurut Rohmawati (2017) ini disebut komunikasi verbal. Kesimpulan yang dituliskan siswa SW cukup jelas dan tidak ambigu dalam menjawab pertanyaan kedua, tetapi siswa SW tidak menjawab pertanyaan pertama dan tidak memberikan argumen, sedangkan siswa KK kurang lengkap dan kurang jelas dalam memberikan respon, dia tidak menuliskan apa yang diketahui, ditanya, proses penyelesaian dan kesimpulan. Siswa KK hanya menuliskan informasi penting dalam soal menggunakan komunikasi simbolik (Rohmawati, 2017). Namun, penulisan kalimat matematikanya lebih efektif daripada siswa SW karena siswa KK sudah mampu menggunakan simbol, hanya saja siswa KK tidak memberikan definisi atau pemisalan terlebih dahulu. Selain itu, siswa KK juga menuliskan hal yang tidak berhubungan sama sekali dengan soal yaitu "sabun" dan terdapat tanda titik dua (:) yang tidak berarti pada bagian awal jawabannya.

Ditinjau dari strategi yang digunakan, siswa KK tidak menggunakan strategi yang tepat karena tidak sesuai dengan konteks. Kesalahan strategi ini dapat terjadi karena terjadi kesalahan konsep yang dipahami siswa KK tentang volume dan luas bangun ruang sisi lengkung, kurangnya konsentrasi atau ketidaksesuaian apa yang dipikirkan dengan apa yang dilakukan—dalam pikirannya ingin menuliskan konsep yang benar yaitu berhubungan dengan volume, tetapi yang ditulis adalah luas—, dapat juga terjadi karena kurangnya kemampuan komunikasi matematis jika berhubungan dengan soal cerita. Selain penggunaan strategi

yang tidak sesuai, proses penyelesaian yang dituliskan siswa KK juga tidak selesai. Dalam proses penyelesaiannya, hasil akhirnya hanya berupa *Lember* yang bernilai 13.265,36.

Untuk kriteria memberikan argumen untuk mendukung jawaban, siswa KK juga menuliskan argumennya masuk di dalam proses penyelesaian. Sama seperti siswa SW akan lebih baik jika siswa KK menuliskan alasan ataupun keterangan untuk setiap langkah yang dia tulis. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan Susanto (2021) bahwa siswa kebanyakan mampu memperoleh solusi tetapi belum mampu menyusun argumen. Menurut Umar (2012) argumentasi melibatkan komunikasi lisan maupun tulis dengan memberikan *multiple explanation* atau penjelasan menggunakan cara lain agar guru dapat mengetahui pemahaman siswa dan siswa dapat meningkatkan pemahamannya melalui pemecahan masalah, komunikasi, dan argumentasi itu. Selain itu, kemampuan menyusun argumen sangat penting untuk dimiliki dan dikembangkan oleh siswa kelas IX untuk siap dengan tantangan di pendidikan SMA karena Matematika di tingkat SMA banyak tentang pembuktian atau penyederhanaan (Santos & Semana, 2015). Terakhir, siswa KK menuliskan kesimpulan dengan menjawab kedua pertanyaan. Namun, kesimpulan yang dia ambil tidak sesuai dengan proses penyelesaian yang dia tulis. Di proses penyelesaian, terakhir dia menuliskan tentang *Lember* yang bernilai 13.265,36. Akan tetapi, pada simpulan KK menuliskan ember tersebut akan penuh pada pengambilan ke 44 tanpa dijelaskan darimana diperoleh hasil itu.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan siswa di bimbingan belajar daring bimbil Gracia memiliki kemampuan komunikasi matematis tulis yang berbeda. Untuk kriteria memberikan respons dengan jelas tidak begitu terlihat perbedaannya, hanya ada siswa yang menuliskan diketahui, ditanya, proses penyelesaian, dan kesimpulan secara urut, serta ada yang menuliskan informasi penting yang ada di soal, proses penyelesaian dan jawaban akhir tanpa dikategorikan menjadi diketahui, ditanya, proses penyelesaian dan kesimpulan. Untuk kriteria memodelkan kalimat biasa menjadi kalimat matematika ada yang masih menggunakan kata-kata dalam kalimat matematikanya dan menggunakan simbol dengan kurang tepat, ada juga yang sudah menggunakan simbol, namun tidak memberikan definisinya terlebih dahulu. Untuk kriteria mengkomunikasikan gagasan matematis kepada orang lain, maksudnya menuliskan hubungan data untuk memperoleh strategi dan menuliskan strateginya, ada yang sudah tepat memilih strategi namun kurang perhatian terhadap detail dan ada juga yang menghubungkan dengan data yang tidak sesuai konteks. Untuk kriteria memberikan argumen pendukung jawaban, kedua siswa sudah mampu memberikan argumen melalui proses penyelesaian yang dituliskan tetapi tidak memberikan penjelasan bagaimana jawaban diperoleh dan bagaimana langkah satu ke langkah berikutnya berhubungan.

DAFTAR RUJUKAN

- Anggraeni, S. (2018). *Analisis Kesulitan Komunikasi Matematis Siswa Kelas VII SMP Berdasarkan Kriteria QCAI dan Scaffoldingnya*. Tesis tidak diterbitkan. Universitas Negeri Malang.
- Aziz, J. A. (2019). Komunikasi Interpersonal Guru dan Minat Belajar Siswa. *IQ (Ilmu Al-Qur'an): Jurnal Pendidikan Islam*, 2(2), 149–165. <https://doi.org/10.37542/iq.v2i02.30>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (4th ed.). Boston: Pearson Education, Inc.
- Fauziah, L., Sudirman., & Abadyo. (2020). Komunikasi Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Soal Open-Ended. *Jurnal Kajian Pembelajaran Matematika*, 4(2), 1–10.
- Husna, M., & Fatimah, S. (2013). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Komunikasi Matematis Siswa Sekolah Menengah Pertama melalui Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Think-Pair-Share (TPS). *Jurnal Peluang*, 1(2), 81-92.
- Indiati, I. (2008). Keefektifan Strategi Pembelajaran Kooperatif dan Problem Posing dengan Kombinasi Tutorial Online untuk Meningkatkan Pemahaman Materi Matakuliah Fisika Dasar. *Media Penelitian Pendidikan: Jurnal Penelitian dalam Bidang Pendidikan dan Pengajaran*, 2(2).
- Kleden, M. A., Kusumah, Y. S., & Sumarmo, U. (2015). Analysis of Enhancement of Mathematical Communication Competency Upon Students of Mathematics Education Study Program Through Metacognitive Learning. *International Journal of Education and Research*, 3(9), 349–358.
- Lane, S. (1993). The Conceptual Framework for the Development of a Mathematics Performance Assessment Instrument. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 12(2), 16–23. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3992.1993.tb00529.x>
- Mandasari, R. (2018). *Profil Komunikasi Matematis Tulis Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita*. Tesis tidak diterbitkan. Universitas Negeri Malang.
- Najdi, R. E. (2020). A Training Program on Mathematics Online Communication Skills to Overcome Barriers in Communicating Mathematics through Internet. *Palestine Journal Open E-Learning*, 6, 20-35.
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Pangastuti, L., Johan, A., & Kurniasari, I. (2014). Profil Kemampuan Komunikasi Matematika Siswa SMP Ditinjau dari Kecerdasan Emosional. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 3(2).

- Qohar, A. (2011a). Mathematical Communication: What and How to Develop it in Mathematics Learning? *International Seminar and the Fourth National Conference on Mathematics Education.*, 1–12.
- Qohar, A. (2011b). *Pengembangan Instrumen Komunikasi Matematika untuk Siswa SMP*. <https://doi.org/10.30998/rdje.-v2i1.1421>
- Rasyid, M. A. (2019). Kemampuan Komunikasi Matematis dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Edukasi: Kajian Ilmu Pendidikan*, 5(1), 77-86.. <https://doi.org/10.51836/je.v5i1.116>
- Resnick, I. (2021). *What is Spatial Reasoning and Why is It Important for STEM Success?*. Makalah disajikan dalam Collaborative Research Webinar in Mathematics Education, Universitas Negeri Malang and University of Canberra “Innovative STEM Research: Future Directions”, Universitas Negeri Malang, 1 Juli 2021
- Rohmawati, N. D. (2017). *Proses Komunikasi Matematis Siswa Dalam Menyelesaikan Masalah Tesis*. Tesis tidak diterbitkan. Universitas Negeri Malang.
- Santos, L., & Semana, S. (2015). Developing Mathematics Written Communication through Expository Writing Supported by Assessment Strategies. *Educational Studies in Mathematics*, 88(1), 65–87. <https://doi.org/10.1007/s10649-014-9557-z>
- Silver, E. A., & Lane, S. (1993). Balancing Considerations of Equity, Content Quality, and Technical Excellence in Designing, Validating and Implementing Performance Assessments in the Context of Mathematics Instructional Reform: The Experience of the QUASAR Project.
- Son, A. L. (2015). Pentingnya Kemampuan Komunikasi Matematika bagi Mahasiswa Calon Guru Matematika. *Gema Wiralodra*, 7(1), 1-8.
- Umar, W. (2012). Membangun Kemampuan Komunikasi Matematis dalam Pembelajaran Matematika. *Infinity Journal*, 1(1), 1-9. <https://doi.org/10.22460/infinity.v1i1.2>