

Kemampuan Membuat Model Matematika dan Daya Juang Produktif Siswa SMP dalam Menyelesaikan Soal Pemecahan Masalah

Rini Melani¹✉, Tatang Herman², Aan Hasanah³, Syifa Ananda Mefiana⁴, Christina Monika Samosir⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Program Studi Pendidikan Matematika, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia,
Jl. Dr. Setiabudi No. 229 Bandung, 40154, Jawa Barat, Indonesia
rinimelani097@upi.edu

Abstract

Creating a mathematical model is the ability to translate reality situations into mathematical language. Mathematical models are the same as mathematical representation abilities. There are three mathematical representations highlighted in this study, namely concrete, pictorial, and abstract. This research was conducted in a school in Bandung totaling 51 students. Researchers chose students based on their level of productive struggle, namely high, medium and low. Students who have high productive struggle can answer the third question correctly using an abstract mathematical model. Students who have productive struggle can answer two questions correctly with concrete and abstract mathematical models. Students who have low productive struggles can answer one question with the help of intervention/treatment from researchers to encourage productive struggle by providing problem-solving questions and asking Socratic-style questions. This assistance does not eliminate the opportunity to actively think, on the contrary through this method students are required to interpret their knowledge. Totaling 2% worked on questions using students' concrete mathematical models and all students who worked using concrete mathematical models were able to answer questions correctly. Totaling 7.5% of students worked on the questions using the image model and all students who worked using the image model were able to answer the questions correctly. Totaling 90.5% of students chose to work on problems using abstract mathematical models. Only 12.5% of students were able to do the questions correctly. Totaling 78% who failed caused them to choose to use abstract mathematical models even though they had not mastered abstract mathematical models well.

Keywords: mathematical model, productive struggle, unproductive struggle, problem solving

Abstrak

Membuat model matematika adalah kemampuan menerjemahkan situasi realitas ke dalam bahasa matematika. Model matematika sama dengan kemampuan representasi matematis. Ada tiga representasi matematika yang menjadi sorotan dalam penelitian ini yaitu konkrit, piktorial, dan abstrak. Penelitian ini dilaksanakan di salah satu sekolah di kabupaten Bandung Barat sejumlah 51 siswa. Peneliti memilih siswa berdasarkan tingkatan daya juang produktifnya yaitu tinggi, sedang dan rendah. Siswa yang memiliki daya juang produktif tinggi dapat menjawab ketiga soal dengan benar dengan model matematika abstrak. Siswa yang memiliki daya juang produktif yang sedang dapat menjawab dua soal dengan benar dengan model matematika konkrit dan abstrak. Siswa yang memiliki daya juang produktif yang rendah dapat menjawab satu soal dengan bantuan intervensi/perlakuan dari peneliti guna mendorong daya juang produktif dengan memberikan soal pemecahan masalah dan mengajukan pertanyaan gaya Socrates. Bantuan ini tidak menghilangkan kesempatan siswa untuk aktif berfikir, sebaliknya melalui metode ini siswa dituntut untuk memaknai pengetahuannya. Sebanyak 2% siswa mengerjakan soal dengan menggunakan model matematika konkret dan seluruh siswa yang mengerjakan dengan menggunakan model matematika konkret tersebut dapat menjawab soal dengan benar. Sebanyak 7.5% siswa mengerjakan soal dengan menggunakan model *pictorial* dan seluruh siswa yang mengerjakan dengan menggunakan model *pictorial* tersebut dapat menjawab soal dengan benar. Sebanyak 90.5% siswa memilih untuk mengerjakan soal dengan menggunakan model matematika abstrak. Hanya 12.5% siswa yang mampu mengerjakan soal dengan tepat. Sebanyak 78% siswa yang gagal diakibatkan mereka memilih menggunakan model matematika abstrak padahal mereka belum menguasai model matematika abstrak dengan baik.

Kata kunci: model matematika, daya juang produktif, daya juang tidak produktif, pemecahan masalah

Copyright (c) 2023 Rini Melani, Tatang Herman, Aan Hasanah, Syifa Ananda Mefiana, Christina Monika Samosir

✉ Corresponding author: Rini Melani

Email Address: rinimelani097@upi.edu (Jl. Dago Pojok No 16, Coblong, Bandung, Jawa Barat)

Received 03 June 2023, Accepted 04 August 2023, Published 04 August 2023

DoI: <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i3.2545>

PENDAHULUAN

Matematika adalah ilmu pengetahuan yang diajarkan untuk melatih kemampuan pemecahan masalah, baik itu masalah kontekstual ataupun masalah yang secara tidak tersirat berhubungan dengan kontekstual. NCTM (National Council of Teaching Mathematics) menyebutkan bahwa salah satu kompetensi matematika meliputi penerapan ilmu matematika untuk pemecahan masalah (NCTM 2000). Matematika mengajarkan peserta didik dalam soal yang bersifat tantangan. Hal ini bisa mengasah daya kritis siswa sehingga diharapkan mampu mempersiapkan hidupnya di dunia nyata yang erat dengan berbagai permasalahan, baik itu permasalahan yang bisa dipecahkan dengan matematika atau tidak.

Kemampuan pemecahan masalah menurut Polya terdiri dari beberapa proses kunci, diantaranya yaitu memahami isi masalah, merencanakan langkah penyelesaian, melaksanakan hal yang telah direncanakan, dan memeriksa jawaban yang sudah dikerjakan (Polya 1957). Pada tahap ke tiga peserta didik dihadapkan untuk bisa mengeksekusi atau melaksanakan strategi yang direncanakan. Pada tahap ini mereka diminta untuk bisa menggunakan matematika sebagai solusi permasalahan, menganalisis konsep matematika apa yang sesuai untuk digunakan serta membuat model matematika untuk mempermudah bahasa cerita yang ada di dalam konteks masalah.

Membuat model matematika adalah hal esensial yang perlu dimiliki. Rasional yang mendukung pernyataan tersebut adalah : (1) Kemampuan model matematika tercantum dalam kurikulum dan tujuan dalam belajar matematika (NCTM 2000). (2) Membuat model matematika adalah tahap ke dua dari proses memecahkan masalah (Yimer and Ellerton 2010). (3) Membuat model matematika hahikatnya adalah kemampuan menerjemahkan situasi realitas ke dalam bahasa matematika (Blum 2011).

Membuat model matematika sama dengan kemampuan representasi matematis. Representasi adalah salah satu kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa, sehingga siswa harus mencapai kemampuan representasi matematis (NCTM 2000). Berkaitan dengan representasi, dalam suatu program pembelajaran terdapat tiga tujuan utama yang diharapkan oleh siswa, yaitu: (1) Membuat representasi untuk menjelaskan ide ide matematika (2) Menerapkan, memilih, dan melakukan translasi antar representasi matematika untuk *problem solving* (3) Menggunakan model dan menginterpretasi fenomena fisik, sosial dan matematika (Mefiana and Juandi 2023; Muhamad 2013).

Sejumlah penelitian sebelumnya mengenai kemampuan model matematika siswa telah dilakukan seperti (Asempapa and Sturgill 2019; Cevikbas, Kaiser, and Schukajlow 2022; Greefrath et al. 2013; Greefrath and Vorhölter 2016; Hankeln, Adamek, and Greefrath 2019; Hidayat et al. 2021; Kassel et al. 1990; Mingke and Alegre 2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa sulit untuk; (1) merumuskan situasi secara matematis, seperti untuk mewakili situasi secara matematis, mengenali struktur matematika (termasuk keteraturan, hubungan, dan pola) dalam masalah, (2) mengevaluasi kewajaran solusi matematika dalam konteks masalah dunia nyata (Edo, Hartono, and Putri 2013). Observasi terbatas dilakukan peneliti di salah satu sekolah menengah Kabupaten

Bandung Barat siswa mengalami kegagalan dalam membuat matematika, siswa mengalami kesulitan dalam memformulasikan soal cerita yang relative kompleks menjadi bahasa matematika.

Ada banyak hal yang mempengaruhi siswa dalam pemecahan masalah termasuk dalam membuat model matematika, salah satunya adalah daya juang produktif. Perjuangan produktif merupakan salah satu strategi yang tergolong pada metakognitif. Metakognitif merupakan kesadaran individu untuk mengendalikan aspek kognitif di dalam dirinya. Daya juang memberi kesempatan untuk siswa dalam membangun makna interpretasi yang dalam terkait pengetahuan yang sudah dimiliki, untuk melakukan pemeriksaan dan penyusunan kembali pengetahuan tersebut. Apabila pemahaman diartikan sebagai hubungan mental antara ide, prosedur matematika, dan fakta maka daya juang dimaknai sebagai sebuah proses yang mengkontruksi ulang hal tersebut (Hiebert & Grouws, 2007). Perjuangan bisa dimulai pada saat siswa belum mempunyai pengetahuan yang cukup untuk mengatasi masalah atau pada saat siswa tidak dapat menyesuaikan pengetahuan yang baru. Daya juang memfasilitasi siswa untuk mampu bernalar dan berpikir secara lebih mendalam dan aktif untuk mengatasi atau memahami masalah agar siswa bisa menyempurnakan idenya untuk dirinya sendiri. Namun, proses perjuangan produktif dapat membuat tidak nyaman karena menuntut perjuangan pada tugas-tugas kompleks yang memerlukan usaha kognitif yang cukup tinggi, namun mewujudkan hal tersebut dapat menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna dan mendalam (Brousseau 2002; Pasquale 2016).

Perjuangan produktif memfasilitasi siswa untuk terlibat dalam proses pembelajaran, memperhatikan kemajuan siswa dalam memecahkan tugas yang relative kompleks, melibatkan pemikiran yang kritis, dan betul-betul memperhatikan langkah yang diputuskan untuk tujuan mencapai solusi (Wilson and Conyers. 2016). Ketika guru dan siswa produktif memperjuangkan kinerja kognitifnya agar berada di level tertinggi, mereka dilibatkan dalam pembelajaran yang aktif dan jelas arahnya serta penuh perjuangan dalam tantangan. Disamping itu, ketika guru memberi kesempatan siswa untuk memikirkan solusi yang beragam, membimbing siswa untuk berpikir berdasarkan metakognitif mengenai persoalan yang diberikan, hal ini menggambarkan implementasi pendidikan yang baik sehingga bisa menjadi alternatif solusi. Berdasarkan uraian tersebut peneliti tertarik untuk melakukan riset terkait kemampuan membuat model matematika dan daya juang produktif siswa SMP dalam menyelesaikan masalah.

METODE

Penelitian dilaksanakan di salah satu sekolah menengah Kabupaten Bandung Barat. Subjek dalam penelitian ini berjumlah 51 siswa. Penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan filsafat fenomenologi di mana peneliti ingin lebih mengetahui kemampuan siswa dalam membuat model matematika dan daya juang siswa dalam menghadapi kesulitan. Studi fenomenologi merupakan sebuah filosofi dan metode penelitian yang menekankan pada interpretasi makna dari pengalaman

hidup (Yin 2015). Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes, angket dan wawancara. Langkah pertama penulis memberikan tes pemecahan masalah dan angket daya juang. Tes dan angket tersebut sebelumnya telah divalidasi oleh ahli Pendidikan matematika pada validitas konten, konstruk dan muka. Adapun pengkategorian siswa yang dianalisis disaring kembali berdasarkan tingkat daya juangnya sebagai berikut.

Tabel 1. Pengkategorisasian Daya Juang Produktif

Kategori	Nilai
Tinggi	$x > 80$
Sedang	$65 \leq x \leq 80$
Rendah	< 65

Langkah kedua peneliti melakukan observasi dan wawancara pada siswa yang mengalami kesulitan dalam membuat model matematis. Peneliti menggunakan intervensi untuk memfasilitasi siswa agar semangat tetap bertahan dalam kesulitan serta mampu menghasilkan solusi yang tepat dan produktif. Siswa perlu untuk diberikan fasilitas dalam perjuangan ini dengan cara menawarkan bantuan dan bimbingan tanpa mengganggu kesempatan siswa untuk terlibat dalam pembelajaran (Brousseau 2002; NCTM 2017).

Analisis data pada penelitian ini mencakup tiga hal yaitu reduksi data, penyajian data dan kesimpulan. Sedangkan validitas dalam penelitian kualitatif meliputi *credibility*, *transferability*, *dependability*, dan *confirmation*.

Indikator

Indikator representasi matematis atau model matematika yang peneliti gunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Indikator Model Matematika

No.	Representasi	Indikator	Deskripsi
1.	Konkrit	Siswa menyajikan masalah ke dalam bentuk benda konkrit untuk menyelesaikan masalah	Berkorespondensi dengan representasi enaktif . representasi enaktif adalah serangkaian tindakan yang sesuai untuk mencapai hasil tertentu (Leong, Ho, and Cheng 2015)
2.	Pictorial	Siswa menggunakan model pictorial untuk merepresentasikan situasi yang diberikan dalam pemecahan masalah	Berkorespondensi dengan representasi iconic Iconic adalah serangkaian gambar atau grafik ringkasan yang mewakili suatu konsep tanpa mendefinisikannya sepenuhnya (Leong et al. 2015)
3.	Abstrak	Siswa menggunakan ekspresi matematika menggunakan simbol untuk memecahkan masalah.	Berkorespondensi dengan representasi simbolik . Representasi simbolik adalah seperangkat proposisi simbolik atau logis yang diambil dari sistem simbolik yang diatur oleh aturan (Leong et al. 2015) Simbol matematika digunakan untuk mewakili objek matematika seperti: angka, fungsi, dan limit, serta operasi seperti penambahan dan

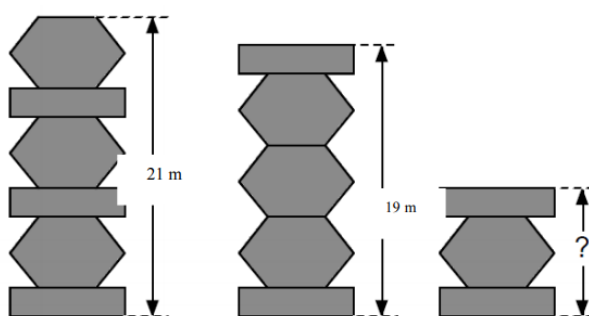
		perkalian (Heritage and Niemi 2006). Representasi simbolik berfokus pada notasi simbolik dan mencakup penggunaan variabel dan rumus. representasi simbolik seperti persamaan, persamaan aljabar, ekspresi aljabar, dan rumus (Heritage and Niemi 2006)
--	--	--

Tabel di atas menunjukkan beberapa indikator kunci yang peneliti tekankan untuk dielaborasi lebih dalam, bagaimana siswa membuat representasi secara konkrit, pictorial atau abstrak. Peneliti mengacu pada langkah pemodelan matematis yang diterapkan pada kurikulum sekolah di Singapura. Kurikulum singapura memfasilitasi siswa yang mengalami kesulitan dalam membuat model matematika secara abstrak. Mereka memberikan pendekatan secara bertahap, dimulai dari fase konkrit, pictorial lalu kemudian secara perlahan diarahkan pada fase yang menjadi tujuan utama yaitu mampu berpikir abstrak.

Instrument

Tiga buah soal matematika kontekstual dikembangkan dalam penelitian ini.

Tabel 3. Instrumen Soal

1	Tinggi badan Sani 52 cm lebih tinggi dari tinggi badan Ari. Sedangkan jika tinggi badan Sani dan Ari dijumlahkan adalah 218 cm. Tentukan masing-masing tinggi Sani dan Ari !
2	Sebuah persegi Panjang memiliki keliling 64 cm. ukuran Panjang tersebut lebih 4 cm dari lebarnya. Terntukan Panjang dan lebar persegi tersebut!
3	<p>Dibawah ini adalah 3 tower yang memiliki tinggi berbeda dan tersusun dari dua bentuk yaitu bentuk segi-enam dan persegi panjang.</p>  <p>Berapa tinggi tower yang paling pendek tersebut?</p>

Soal diberikan dalam bentuk uraian agar peneliti dapat mengkaji tipe model matematika melalui jawaban siswa. Validitas konten dan struktur bahasa dilakukan dalam penelitian ini, validitas dilakukan oleh ahli pendidikan matematika. Soal nomor 1, 2, dan 3 merupakan soal dengan indikator pemodelan matematika. Pada riset ini peneliti memberi kebebasan untuk siswa memilih metode representasi matematika konkrit, pictorial atau abstrak. Hal tersebut dilakukan agar peneliti melihat kecenderungan siswa dalam membuat representasi matematis.

HASIL DAN DISKUSI

Model matematika merupakan bentuk penyederhanaan dari situasi nyata dalam bentuk matematika. Dalam soal matematika, membuat model matematika adalah upaya untuk membuat soal

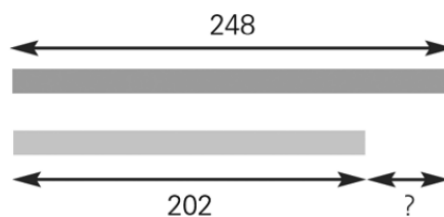
cerita yang cenderung kompleks menjadi lebih sederhana melalui symbol, persamaan, atau representasi matematis lainnya. Jenis soal yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal aljabar. Berikut persentase siswa yang menjawab soal dengan kecenderungan representasi matematisnya.

Tabel 4. Kecenderungan Siswa dalam Memilih Model Matematika

No	Jenis Model Matematika	Persentase Penggunaan Model	Persentasi Siswa Menjawab Benar
1	Model matematika konkrit	2 %	2%
2	Model matematika pictorial	7,5 %	7,5%
3	Model matematika abstrak	90,5 %	12,5%

Tabel tersebut menunjukkan bahwa siswa lebih cenderung memilih menggunakan model matematika abstrak dibandingkan konkrit atau pictorial. Hal ini ditunjukkan dari banyaknya siswa yang memilih menyelesaikan soal dengan menggunakan model matematika abstrak yakni 90,5%. Hanya 12,5% siswa yang mampu mengerjakan soal dengan tepat. Sebanyak 78% siswa yang gagal diakibatkan mereka memilih menggunakan model matematika abstrak padahal mereka belum menguasai model matematika abstrak dengan baik.

Berdasarkan hasil observasi bahwa di kelas siswa belum berpengalaman membuat model secara konkrit atau pictorial. Berdasarkan teori bruner, sebelum siswa bisa berfikir abstrak siswa harus dibimbing membuat model konkrit. Model konkrit berkaitan dengan *learning by doing*. Setelah siswa berhasil membuat model konkrit siswa boleh beranjak ke model pictorial. Model pictorial adalah serangkaian gambar atau grafik ringkasan yang mewakili suatu konsep tanpa mendefinisikannya sepenuhnya (Leong et al. 2015). Contohnya seperti angka dalam bentuk turus, atau model matematika singapura seperti di bawah ini.



Gambar 1. Matematika Singapura

Sumber : (Hoven and Garelick 2007)

Ada keterkaitan antara daya juang produktif dengan model matematis mereka. Tujuh puluh delapan persen perjuangan siswa diselesaikan di tingkat yang lebih rendah. Peneliti mengkategorikan perjuangan sebagai tidak produktif jika siswa terus berjuang tanpa menunjukkan tanda-tanda membuat kemajuan menuju tujuan tugas; mencapai solusi tetapi untuk tugas yang telah diubah menjadi tugas prosedural yang secara signifikan mengurangi permintaan kognitif yang diinginkan dari tugas tersebut; atau jika siswa berhenti mencoba (Warshauer 2014). Dua belas persen perjuangan siswa diselesaikan secara tidak produktif (*unproductive struggle*). Seperti pada gambar 2.

$$\begin{array}{r} 152 \\ + 166 \\ \hline 218 \end{array} + = 218 : 5 = 53$$

$$= \text{Sani} : 53$$

$$= \text{Ari} : 166$$

Gambar 2. Jawaban Salah Satu Siswa

jawaban
 sani : 161
 ari : 109

Gambar 3. Jawaban Salah Satu Siswa

1. Dik : Tinggi badan Sani = 52 cm
 Tinggi badan Sani & Ari = 218 cm
 Dit : Tinggi badan masing-masing sani & ari
 Jawab

 Jadi tinggi Sani ~~52~~¹³⁵ cm, Sedangkan tinggi ari adalah ~~52~~⁸³ cm

Gambar 4. Jawaban Salah Satu Siswa

Siswa sudah diberikan intervensi namun tidak mengarah pada perjuangan yang produktif. Hanya menuliskan apa yang diketahui, ditanyakan kemudian memberikan kesimpulan, siswa cenderung memilih menyalin jawaban akhir dari temannya (Rahmi 2021).

Adapun secara lebih lanjut peneliti mendeskripsikan kemampuan membuat model matematika berdasarkan kemampuan tinggi, rendah, sedang sebagai berikut.

Tabel 5. Daftar Partisipan Penelitian

No	Kode Siswa	Kategori
1	S1	Tinggi
2	S2	Sedang
3	S3	Rendah

Penyelesaian Siswa Dengan Daya Juang Produktif Tinggi

Proses berpikir subjek S1 dalam membuat model matematika dengan daya juang produktif tinggi adalah sebagai berikut.

1. Pada aspek bertanya, siswa tidak mengabaikan apa yang tidak dipahami, sering meminta guru atau teman untuk menjelaskan kembali materi yang kurang jelas, tidak segan bertanya ketika kebingungan dalam proses pembelajaran. Pertanyaan yang baik tidak lahir tanpa pemikiran.
2. Pada aspek motivasi, siswa memiliki motivasi yang tinggi dalam menyelidiki banyak cara untuk

menemukan pemecahan masalah yang tepat tidak hanya mengandalkan rumus/prosedur yang ia ketahui untuk memecahkan suatu masalah. Hal ini sesuai juga dengan heuristic polya dalam pemecahan masalahnya (Polya 1957)

3. Pada aspek strategi, siswa senantiasa memeriksa kembali apakah jawaban yang didapat sesuai atau masuk akal. Hal ini sejalan dengan tahapan pemecahan masalah yang dikemukakan oleh (Carlson and Bloom 2005; Polya 1957; Schoenfeld 1985; Yimer and Ellerton 2010)

Daya juang tersebut menjadi bekal siswa dalam mengerjakan soal pemecahan masalah. Rasional dari pernyataan tersebut tergambar dari langkah siswa dalam menjawab soal-soal yang diberikan.

Jawaban Soal Nomor 1:

1. $\begin{array}{r} 218 \\ - 52 \\ \hline 166 \end{array}$

$(S + 52) + S = 218$
 $S + S = 218 - 52$
 $S = \frac{166}{2}$

$\begin{array}{r} 83 \\ 2 \overline{)166} \\ \underline{16} \\ 6 \\ \underline{6} \\ 0 \end{array}$

$\begin{array}{r} 83 \\ 52 + \\ \hline 135 \end{array}$

Sani 135 cm
 Ari 83 cm

$\begin{array}{r} 14 \\ 4 \overline{)56} \\ \underline{4} \\ 16 \\ \underline{16} \\ 0 \end{array}$

Gambar 5. Jawaban Siswa S1 Soal Nomor 1

Sebagian besar orang bisa saja menginterpretasikan bahwa S adalah Sani, dan A adalah Ari sebagaimana inisial huruf awalnya. Namun tidak dengan S1, ia membuat model matematis sebagai berikut.

$$(S + 52) + S = 218$$

Peneliti lalu bertanya,

P: “Simbol S yang itu maksudnya Sani?”

S: “bukan bu, maksudnya Ari”

Jika maksudnya Ari maka model matematikanya tetaplah benar, karena representasi dari soal “tinggi badan Sani lebih tinggi 52 cm dari tinggi badan Ari” artinya

$$\text{tinggi badan Sani} = \text{Tinggi badan Ari} + 52$$

atau symbol yang umum dilakukan adalah $A + 52$. Tentu ini berbeda dengan S1 yang membuat symbol $S + 52$ artinya ia merepresentasikan Ari sebagai S dan Sani sebagai A. Sebenarnya tidak ada yang salah dengan pembuatan symbol matematika yang dibuat oleh S1. Aljabar membebaskan seseorang dalam membuat symbol asal tidak keliru pada saat menarik kesimpulan, Pada jawaban akhir S1 memperoleh jawaban $S = 83$ cm. Peneliti sempat menduga, kemungkinan S1 akan lupa dengan apa yang telah ia simbolkan namun S1 berhasil melewati kekeliruan itu, ia ingat dan tetap konsisten bahwa S yang disimbolkan adalah refresentasi dari tinggi badan Ari sehingga pada soal ini S1 memperoleh skor jawaban benar.

Jawaban Soal Nomor 2:

$2(p+4)+p=64$
 $(p+4)+p=32$
 $(p+p)=32-4$
 $2p=28$
 $p=14$

$2(14+4)+14$
 $2(18+14)$
 2×32

$2 \overline{)28}$
 $\underline{14}$
 0

Panjang 18
 Lebar 14

Gambar 6. Jawaban S1 Soal Nomor 2

Pada jawaban terlihat hasil akhir $p = 14$. Penulis melakukan wawancara kepada siswa.

- P: “ $p = 14$, tapi kamu membuat kesimpulan panjangnya 18, bagaimana maksudnya?”
 S: “sama seperti soal 1 bu, saya tertukar menyimbolkan lebar dengan p , dan panjang dengan l bu”
 P: “Oh iya baik, tapi bagus ya kamu tidak keliru dalam penarikan kesimpulan”
 S: “iya bu, soalnya mau diganti lagi males bu, saya kira tidak masalah jadi yaudah gitu aja”

Sebelum menemukan jawaban ini siswa mencoba coba (trial and error) pada awalnya siswa menemukan bahwa lebarnya 16 cm. Namun dengan menggunakan tahap yang tepat yaitu “*looking back*” akhirnya siswa menyadari jawaban tersebut belum tepat.

- P: “nomor 2 jawabannya 16?”
 S: “eh iya bu maaf, saya itu jawabannya salah. Di sana jawabannya ada dua, yang benar adalah jawaban bawah bu.”

Terlihat pada lembar jawaban siswa melakukan pengecekan kembali menggunakan metode substitusi. Pada akhirnya, siswa memperoleh jawaban yang tepat pada soal ini, menggunakan pemodelan abstrak. Pemodelan abstrak yang siswa gunakan adalah al jabar.

Jawaban Soal Nomor 3:

$$3. \quad 5 + 4 = 9$$

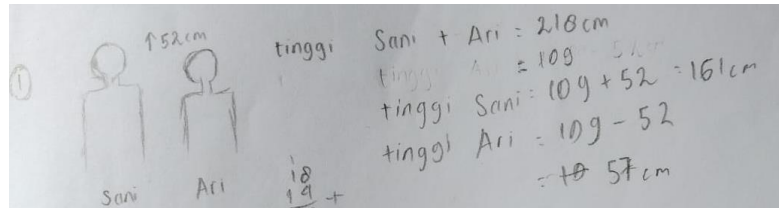
Gambar 7. Jawaban S1 Soal Nomor 3

Jawaban akhir siswa benar. Namun S1 tidak menuliskan secara rinci proses jawabannya. Namun melalui wawancara peneliti memperoleh alasan siswa menjawab soal tersebut. Namun pada kasus ini, siswa seharusnya tetap menuliskan jawabannya secara tertulis, baik itu melalui model abstrak, pictorial maupun konkrit.

Dari jawaban siswa di atas dapat disimpulkan bahwa subjek S1 membuat model matematika secara abstrak, karakteristiknya memiliki daya juang yang tinggi dan memiliki kemampuan yang baik dalam membuat model matematika. S1 mampu menjawab soal nomor 1 sampai nomor 3 dengan benar.

Penyelesaian Siswa dengan Daya Juang Produktif Sedang

Siswa Subjek S2 dengan daya juang sedang mampu menjawab 2 soal, Subjek S2 dapat menjawab soal nomor 2 dan 3 dengan baik dan benar. Tidak ditemukan kesulitan siswa dalam menjawab pertanyaan ini. Namun masih ditemukan kesalahan siswa dalam menjawab pertanyaan nomor 1 seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 8. Jawaban S2 Soal Nomor 1

Berdasarkan jawaban siswa di atas, S2 membuat model matematika secara konkrit. Adapun kesalahan S2 dalam soal ini adalah membagi 218 dengan 2 kemudian masing-masing dioperasikan dengan 52 cm, yang paling tinggi ditambah 52cm, yang lebih pendek dikurangi 52cm. Peneliti bertanya kepada siswa untuk memeriksa kembali jawabannya.

P: "Mengapa kamu membaginya dengan 2?"

S2: "Karena tinggi Sani dan Ari jika dijumlahkan adalah 218cm, jadi nanti tinggal ada yang dikurang 52cm dan ditambah 52cm karena Sani lebih tinggi 52cm dari Ari"

P: "Tinggi Sani 161cm dan tinggi Ari 57cm, apakah selisih tinggi mereka sudah benar 52cm?"

S2: "Eh iya bu, saya salah kayanya bu"

S2 pada soal ini tidak melakukan "*looking back*" sebagaimana heuristic Polya. S2 tidak berhasil memeriksa kembali solusi yang telah ia temukan sehingga mendapat hasil yang belum tepat. S2 keliru dalam menentukan tinggi badan ketika diketahui jumlah dan selisihnya, siswa ini berhasil menemukan sesuai jumlahnya namun gagal dalam selisihnya. Selain siswa S2 pun masih banyak yang menjawab soal seperti ini sehingga rata-rata partisipan dalam penelitian ini mengalami masalah yang sama.

Penyelesaian siswa dengan daya juang produktif rendah

Subjek S3 merupakan siswa dengan daya juang produktif yang rendah, memiliki deskripsi daya juang sebagai berikut.

1. Pada aspek bertanya, segan bertanya kepada orang lain ketika mengalami kebingungan
2. Pada aspek motivasi, subjek S3 berhenti melakukan percobaan tanpa bantuan dari guru, menyalin pemecahan masalah orang lain tanpa memahaminya.
3. Pada aspek strategi, subjek S3 memeriksa jawaban ketika guru memberikan instruksi.

Subjek S3

The image shows a handwritten solution on lined paper. At the top, it lists 'Sani = 135' and 'Ary : 83'. Below this, there are two horizontal bars representing variables. The first bar is labeled 'x' and has an arrow pointing to it from the word 'Ary' which is circled. The second bar is labeled 'Ari + 52' and has the word 'Sani' written to its right. There are checkmarks above the equations.

Gambar 9. Jawaban S3 Soal Nomor 1

Subjek S3 hanya bisa mengerjakan soal nomor 1. Namun, Subjek S3 tidak bisa mengerjakannya secara mandiri. Ia perlu intervensi berupa bantuan untuk memajukan daya juangnya. Peneliti memberikan perlakuan agar siswa mau berjuang untuk berfikir. Jika kita ingin siswa kita berpikir, kita perlu memberi mereka sesuatu untuk dipikirkan—sesuatu yang tidak hanya membutuhkan pemikiran tetapi juga akan mendorong pemikiran (Pruner and Liljedahl 2021) dalam matematika, ini datang dalam bentuk tugas pemecahan masalah, dan memiliki tugas yang tepat itu penting (Liljedahl 2020). Peneliti memberikan treatment tersebut berupa soal pemecahan masalah kemudian memberikan bantuan namun tetap berorientasi pada kesempatan anak untuk berfikir. Metode yang peneliti gunakan adalah bertanya, sesuai dengan teori pengajaran Socrates. Metode pengajaran Socrates tidak diragukan lagi mendapatkan namanya karena Socrates selalu mengajukan pertanyaan. pertanyaan yang dia ajukan apalagi, selalu "memimpin" pertanyaan; Kita tidak pernah melihat Socrates mengajukan pertanyaan ketika dia setidaknya tidak memiliki jawaban yang sudah ada dalam pikirannya (Brickhouse, T. C., & Smith 1994).

KESIMPULAN

Persentase partisipan yang dapat mengerjakan soal dengan model matematika konkrit adalah 2%. Partisipan yang dapat mengerjakan soal dengan model piktorial adalah 7,5%. Partisipan yang dapat mengerjakan soal dengan model abstrak adalah 12,5%. Sebanyak 78% siswa gagal membuat model matematika. Dua belas persen perjuangan siswa diselesaikan secara tidak produktif (*unproductive struggle*). Subjek yang memiliki daya juang produktif yang tinggi dapat menjawab ketiga soal dengan benar dengan model matematika abstrak. Subjek yang memiliki daya juang produktif yang sedang dapat menjawab dua soal dengan benar dengan model matematika konkrit dan abstrak. Subjek yang memiliki daya juang produktif rendah tidak dapat menjawab semua soal, hanya satu soal yang mampu dijawab. Itupun dengan bantuan intervensi/perlakuan dari peneliti. Subjek dengan daya juang produktif rendah sangat memerlukan bantuan pendampingan dari guru, hal ini dikarenakan guru juga harus membimbing siswa dengan baik selama menyelesaikan soal sehingga tidak ada siswa yang melewatkan langkah pemecahan masalah (Samosir et al. 2020). Bantuan tersebut dengan syarat tidak menghilangkan kesempatan siswa berfikir. Maka salah satu yang dapat dilakukan adalah bantuan gaya Socrates, guru harus tahu waktu yang tepat untuk membantu siswa,

dengan catatan harus sesuai porsinya, oleh karenanya guru mempunyai tantangan dalam mempersiapkan pembelajaran matematika (Melani et al. 2023), sehingga guru harus berusaha mempersiapkannya dengan baik guna mengakomodasi siswanya untuk mencapai tujuan pembelajaran

REFERENSI

- Asempapa, Reuben S., and Derek J. Sturgill. 2019. "Mathematical Modeling : Issues and Challenges in Mathematics Education and Teaching." 11(5):71–81. doi: 10.5539/jmr.v11n5p71.
- Blum, Werner. 2011. "Can Modelling Be Taught and Learnt? Some Answers from Empirical Research." 15–30. doi: 10.1007/978-94-007-0910-2.
- Brickhouse, T. C., & Smith, N. D. 1994. "Plato's Socrates."
- Brousseau, Guy. 2002. *Theory of Didactical Situations in Mathematics*.
- Carlson, Marilyn P., and Irene Bloom. 2005. "The Cyclic Nature of Problem Solving: An Emergent Multidimensional Problem-Solving Framework." *Educational Studies in Mathematics* (2005) 58: 45–75 45–75.
- Cevikbas, Mustafa, Gabriele Kaiser, and Stanislaw Schukajlow. 2022. "A Systematic Literature Review of the Current Discussion on Mathematical Modelling Competencies: State-of-the-Art Developments in Conceptualizing, Measuring, and Fostering." *Educational Studies in Mathematics* 109(2):205–36. doi: 10.1007/s10649-021-10104-6.
- Edo, Sri Imelda, Yusuf Hartono, and Ratu Ilma Indra Putri. 2013. "Investigating Secondary School Students' Difficulties in Modeling Problems PISA-Model Level 5 And 6." 4(1):41–58.
- Greefrath, Gilbert, Gabriele Kaiser, Werner Blum, Borromeo Ferri, Der Begriff, and Mathematisches Modellieren. 2013. "Mathematisches Modellieren Für Schule Und Hochschule." *Mathematisches Modellieren Für Schule Und Hochschule* 11–37. doi: 10.1007/978-3-658-01580-0.
- Greefrath, Gilbert, and Katrin Vorhölter. 2016. *Teaching and Learning Mathematical Modelling Approaches and Developments From*.
- Hankeln, Corinna, Catharina Adamek, and Gilbert Greefrath. 2019. "Assessing Sub-Competencies of Mathematical Modelling—Development of a New Test Instrument." 143–60. doi: 10.1007/978-3-030-14931-4_8.
- Heritage, Margaret, and David Niemi. 2006. "Toward a Framework for Using Student Mathematical Representations as Formative Assessments." *Educational Assessment* 11(3–4):265–82. doi: 10.1080/10627197.2006.9652992.
- Hidayat, Riyan, Hilman Qudratuddarsi, Nurul Hijja Mazlan, and Mohd Zaidi Mohd Zeki. 2021. "Evaluation of a Test Measuring Mathematical Modelling Competency for Indonesian College Students." *Journal of Nusantara Studies (JONUS)* 6(2):133–55. doi: 10.24200/jonus.vol6iss2pp133-155.

- Hoven, John, and Barry Garelick. 2007. "Singapore Math: Simple or Complex?" *Educational Leadership* 65(3):28–31.
- Julita, J., D. Darhim, and T. Herman. 2020. "Mathematical Strategic Thinking Ability Using Quantum Learning Based on Creative Problem Solving in Terms of High School Students Gender." *Journal of Physics: Conference Series* 1477(4). doi: 10.1088/1742-6596/1477/4/042045.
- Kassel, Mathematische Schriften, Vordruck-reihe Fachbereichs, Werner Slum, and Fed Rep. 1990. "Mathematical Problem Solving, Modelling, Applications, And Links to Other Subjects - State, Trends and Issues In Mathematics Instruction." (6):1–36.
- Leong, Y. H., W. K. Ho, and L. P. Cheng. 2015. "Title Concrete-Pictorial-Abstract: Surveying Its Origins and Charting Its Future Surveying Its Origins and Charting Its Future." Retrieved from *The Mathematics Educator* 16(1):1–18.
- Liljedahl, Peter. 2020. *Building Thinking Classrooms in Mathematics (Grades K-12): Teaching Practices for Enhancing Learning*. Thousand Oaks: Corwin Press Inc.
- Mefiana, Syifa Ananda, and D. Juandi. 2023. "Refractive Thinking in Solving Mathematical Problems in Indonesia: A Systematic Literature Review." *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika* 8(2):473–88.
- Melani, Rini, Tatang Herman, Universitas Pendidikan Indonesia, and Situasi Didaktis. 2023. "Evaluation of Learning Media (Textbooks) in Area of Square and Rectangle to Prepare Student in Problem Solving: Praxeological Analysis." 12(1):40–48. doi: 10.35194/jp.v12i1.2887.
- Mingke, Girley P., and Emybel M. Alegre. 2019. "Difficulties Encountered In Mathematical Word Problem Solving Of The Grade Six Learners." *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)* 9(6):p9053. doi: 10.29322/ijsrp.9.06.2019.p9053.
- Muhamad, Nurdin. 2013. "Pengaruh Metode Discovery Learning Untuk Meningkatkan Representasi Matematis Dan Percaya Diri Siswa." 9–22.
- NCTM. 2000. "Virginia Principles and Standards for School Mathematics. Reston VA: The National Council of Teachers of Mathematics Inc." 2000.
- NCTM. 2017. "Productive Struggle." 22(1):2017–18.
- Pasquale, Marian. 2016. "Productive Struggle in Mathematics." *Interactive Technologies in STEM Teaching and Learning* 1–4.
- Polya, G. 1957. *Polya How to SolveIt*.
- Pruner, Michael, and Peter Liljedahl. 2021. "Collaborative Problem Solving in a Choice-Affluent Environment." *ZDM - Mathematics Education* 53(4):753–70. doi: 10.1007/s11858-021-01232-7.
- Rahmi, Khalida. 2021. "Kecakapan Membuat Model Matematis Dan Daya Juang Produktif Siswa

Kelas VIII Dalam Memecahkan Masalah Kontekstual.” *S2 Thesis, Universitas Pendidikan Indonesia*. 2021.

Samosir, Christina Monika, Titi Solfitri, and Armis Armis. 2020. “Penerapan Model Pembelajaran Berdasarkan Masalah Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas VII A SMP PGRI Pekanbaru Tahun Pelajaran 2019/ 2020.” *JURING (Journal for Research in Mathematics Learning)* 3(4):403. doi: 10.24014/juring.v3i4.10312.

Schoenfeld, A. H. 1985. *Mathematical Problem Solving*. New York: Academic Press.

Warshauer, Hiroko Kawaguchi. 2014. “Classrooms.” *J Math Teacher Educ.* doi: 10.1007/s10857-014-9286-3.

Wilson, D., and M. Conyers. 2016. “Teaching Students to Drive Their Brains: Metacognitive Strategies, Activities, and Lesson Ideas. Alexandria, VA: ASCD.” 2016.

Yimer, Asmamaw, and Nerida F. Ellerton. 2010. “A Five-Phase Model for Mathematical Problem Solving: Identifying Synergies in Pre-Service-Teachers ’ Metacognitive and Cognitive Actions.” 245–61. doi: 10.1007/s11858-009-0223-3.

Yin, Robert K. 2015. *Qualitative Research from Start to Finish*. Vol. 4. 2nd ed. New York London: The Guilford Press.