

Proses Pemodelan Matematis Siswa dalam Memecahkan Masalah Program Linear

Zida Amalia¹, Sudirman^{2✉}, Tjang Daniel Chandra³

^{1, 2, 3} Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang No 5, Kota Malang, Indonesia
zidaa64@gmail.com

Abstract

Studies have shown that high school students in various countries, including Indonesia, face major difficulties in solving word problems, especially in algebra and involving mathematization. One part of this process is mathematical modeling. Based on these issues in mathematical modeling, it is necessary to study and find out the process of building mathematical models with appropriate steps to achieve optimal results when solving problems. The objective of this research is to analyze the mathematical modeling processes of students in solving linear programming problems. This research used a qualitative approach with the case study method. The research subjects were three high school students who had different answers as they built mathematical models to solve linear programming problems. The instruments used in this research comprised test sheets with linear programming problems, as well as interview guidelines. The modeling steps for solving linear programming problems in this study involved identifying decision variables, constructing constraint functions and objective functions, and verifying the created constraint functions and objective functions. The results showed that the steps were performed entirely differently or not completely. The step of identifying decision variables was performed by all three subjects, while the step of constructing constraint functions and objective functions was performed by two subjects, and the step of verifying constraint functions and objective functions was performed by only one subject.

Keywords: Mathematical model; Mathematical modeling; Problem solving

Abstrak

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa siswa sekolah menengah di berbagai negara termasuk Indonesia, menghadapi kesulitan utama dalam memecahkan masalah soal cerita, terutama dalam topik aljabar ketika proses matematisasi. Proses ini salah satunya melibatkan pemodelan matematis. Berdasarkan permasalahan pemodelan matematis tersebut, perlu dikaji untuk mengetahui bagaimana proses membangun model matematika dengan langkah-langkah yang tepat agar dapat mencapai hasil yang optimal saat memecahkan masalah. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis bagaimana proses siswa memodelkan matematika dalam memecahkan masalah program linear. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus. Subjek penelitian adalah 3 siswa SMA dengan hasil jawaban berbeda ketika melakukan pemodelan matematis dalam memecahkan masalah program linear. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi lembar tes masalah program linear dan pedoman wawancara. Langkah pemodelan memecahkan masalah program linear pada penelitian ini yaitu mengidentifikasi variabel keputusan, mengonstruksi fungsi kendala dan fungsi tujuan, memverifikasi fungsi kendala dan fungsi tujuan yang telah dibuat. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan melakukan seluruhnya atau belum seluruhnya langkah yang digunakan. Langkah mengidentifikasi variabel keputusan dilakukan oleh ketiga subjek, langkah mengonstruksi fungsi kendala dan fungsi tujuan dilakukan oleh dua subjek sedangkan langkah memverifikasi fungsi kendala dan fungsi tujuan hanya dilakukan oleh satu subjek.

Kata kunci: Memecahkan masalah; Model matematika; Pemodelan matematis

Copyright (c) 2023 Zida Amalia, Sudirman, Tjang Daniel Chandra

✉ Corresponding author: Sudirman

Email Address: sudirman.fmipa@um.ac.id (Jl. Semarang No 5, Kota Malang, Indonesia)

Received 04 July 2023, Accepted 08 August 2023, Published 15 August 2023

DoI: <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i3.2675>

PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang harus dikuasai oleh siswa pada tingkat pendidikan dasar dan menengah. Matematika termasuk salah satu mata pelajaran yang menekankan pada penyelesaian masalah dunia nyata. Penerapan matematika dalam dunia nyata direpresentasikan

dalam bentuk model matematika. Seperti yang dijelaskan oleh Dym (2004) bahwa model matematika adalah representasi atau deskripsi dari suatu keadaan yang menggambarkan keadaan tersebut dalam bentuk matematika.

Menurut Hartono (2017), model matematika memiliki arti yang berbeda dengan pemodelan matematis. Pemodelan merujuk pada proses pembentukan model matematika (Suharyono & Rosnawati, 2020). Sementara model matematika merupakan produk atau hasil dari pemodelan matematis yang berupa representasi abstrak dalam bentuk simbol, persamaan, grafik, tabel, diagram, atau gambar matematika lainnya yang mewakili permasalahan di luar matematika (Muzaki & Masjudin, 2019). Melalui pembelajaran menggunakan pemodelan matematika, siswa akan diberikan soal cerita dengan konteks yang relevan dalam kehidupan sehari-hari dan mereka memecahkan masalah tersebut dengan merepresentasikan masalah dari situasi dunia nyata ke dalam model matematika.

Kompetensi untuk membangun model matematika saat ini menjadi bagian penting dari kompetensi seseorang (Sekerák, 2010). Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa sebanyak apapun konsep matematika yang dipahami oleh siswa, konsep tersebut tidak akan berguna jika siswa tidak dapat mengaplikasikannya. Dengan demikian, kompetensi pemodelan matematis penting untuk dikuasai oleh siswa dan guru perlu mengetahui bagaimana kompetensi pemodelan matematis siswanya yang menjadi modal untuk mengaplikasikannya dalam masalah sehari-hari.

Ternyata ditemukan permasalahan mengenai kompetensi pemodelan matematis ini seperti kesulitan siswa untuk menguasainya. Fakta ini terungkap dalam penelitian yang dilakukan oleh Holmes, dkk (2017); Baysal & Sevinc (2022); Aforklenu & Bukari (2023); Jupri & Drijvers (2016) yang menunjukkan bahwa siswa sekolah menengah di berbagai negara termasuk Indonesia, menghadapi kesulitan utama dalam menyelesaikan masalah soal cerita, terutama dalam topik aljabar. Padahal aljabar adalah bagian dari standar konten dalam pembelajaran matematika (NCTM, 2000). Sepeng & Sigola (2013) juga menyatakan bahwa kesulitan siswa dapat diidentifikasi dari kesalahan mereka dalam menentukan langkah-langkah penyelesaian. Selain itu siswa juga mengalami kesulitan dalam membaca dan memahami kalimat-kalimat dalam soal cerita (Sepeng & Sigola, 2013). Hasil penelitian oleh Jupri & Drijvers (2016) menyimpulkan bahwa siswa menghadapi tantangan dalam menyelesaikan soal cerita terkait dengan aljabar, terutama dalam hal penerapan operasi aritmatika, pemahaman konsep variabel dan ekspresi aljabar, pemahaman yang berbeda tentang arti tanda sama dengan dan pemahaman mematematisasi. Proses mematematisasi melibatkan siklus pemahaman masalah, merumuskan model matematika dari masalah, memecahkan masalah yang diwujudkan dalam pemodelan matematika, dan menginterpretasikan solusi.

Berdasarkan permasalahan pemodelan matematis tersebut perlu untuk mengetahui bagaimana proses membangun model matematika dengan langkah-langkah yang tepat agar dapat mencapai hasil yang optimal saat memecahkan masalah. Adapun langkah-langkah pemodelan matematis menurut Sekerák (2010) yaitu: 1) mengidentifikasi titik awal yang diperlukan untuk membuat sebuah model;

2) mengonstruksi model matematika; dan 3) memverifikasi model yang telah dibuat. Sementara mata pelajaran yang harus dikuasai oleh siswa pada tingkat pendidikan menengah yang berkaitan dengan aljabar yaitu materi program linear. Selain itu, materi program linear memuat konteks soal cerita berkaitan dengan proses matematisasi sehingga dapat mengakses proses pemodelan matematis siswa. Oleh karena itu, langkah-langkah pemodelan matematis terkait masalah program linear pada penelitian ini yaitu: 1) mengidentifikasi variabel keputusan; 2) mengonstruksi fungsi kendala dan fungsi tujuan; dan 3) memverifikasi fungsi kendala dan fungsi tujuan yang telah dibuat.

Berdasarkan penelitian mengenai program linear, banyak permasalahan ditemukan seperti kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal (Tiara dkk, 2021), analisis kesalahan dalam menyelesaikan soal (Elsa & Sudihartinih, 2020), (Sukoriyanto dkk, 2021), (Kaeng dkk, 2021) dan (Zulhendri dkk, 2022). Beberapa penelitian yang berkaitan dengan materi program linear tersebut menunjukkan bahwa topik ini menarik untuk diteliti karena banyaknya masalah yang muncul ketika siswa mengonstruksi model matematika. Selain itu, peneliti melaksanakan wawancara terhadap guru mata pelajaran matematika di MAN 2 Kota Malang terkait proses siswa ketika memecahkan masalah program linear. Berdasarkan hasil wawancara, guru tersebut menjelaskan bahwa permasalahan utama siswa ketika memecahkan masalah program linear yaitu kesulitan memahami masalah terutama soal cerita dengan kalimat panjang dan mengubahnya menjadi bahasa matematika atau membentuk model matematika. Oleh karena itu peneliti perlu menganalisis proses pemodelan matematis siswa dalam memecahkan masalah program linear, yang dianalisis menggunakan langkah-langkah pemodelan matematis yang belum pernah dieksplorasi oleh peneliti lain.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus. Creswell (2012) menjelaskan studi kasus adalah strategi penelitian yang bertujuan untuk menyelidiki secara teliti suatu fenomena dengan mengumpulkan informasi lengkap melalui berbagai prosedur pengumpulan data. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan proses pemodelan matematis siswa ketika memecahkan masalah program linear.

Menurut Creswell (2018) karakteristik penelitian kualitatif meliputi: (1) lingkungan alami, dimana peneliti mengumpulkan data di lokasi dimana partisipan mengalami isu atau masalah yang diteliti; (2) peneliti berperan sebagai instrumen utama dalam pengumpulan data yang dapat dilakukan melalui dokumentasi, observasi, atau wawancara dengan partisipan; (3) beragam sumber data, di mana peneliti kualitatif biasanya mengumpulkan data dari berbagai sumber, sehingga variasi data dapat diperoleh. Dengan demikian, peneliti berperan sebagai instrumen utama dalam pengumpul data. Selain itu, peneliti bertanggung jawab sebagai perencana, pelaksana, penafsir data dan pelaporan hasil dari penelitian yang dilakukan.

Penelitian dilakukan pada tanggal 15 sampai 27 Mei 2023. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa SMA yang telah mempelajari materi program linear. Peneliti menggunakan metode *purposive*

sampling untuk menentukan subjek penelitian. *Purposive sampling* merupakan metode pengambilan subjek penelitian kualitatif yang ditentukan oleh peneliti dengan memilih individu dan lokasi yang baik untuk mempelajari atau memahami suatu fenomena (Creswell, 2012). Subjek yang dipilih yaitu 3 siswa kelas XI di MAN 2 Kota Malang dengan hasil jawaban berbeda ketika melakukan pemodelan matematis dalam memecahkan masalah program linear.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu lembar tes masalah program linear dan pedoman wawancara. Pemberian tes digunakan peneliti untuk melihat proses pemodelan matematis siswa dalam memecahkan masalah program linear. Pedoman wawancara digunakan sebagai panduan dalam melaksanakan wawancara untuk memperoleh data yang lebih mendalam proses pemodelan matematis siswa dan menggali data yang belum muncul.

Instrumen tes berisi satu masalah kontekstual terkait materi program linear. Sedangkan pedoman wawancara berisi pertanyaan umum yang merupakan pertanyaan bersifat wajib diberikan kepada subjek penelitian dan berisi pertanyaan insidental yang merupakan pertanyaan lanjutan yang bisa berkembang sesuai dengan hasil pekerjaan siswa. Kedua instrumen tersebut divalidasi oleh validator ahli yaitu satu dosen S2 Pendidikan Matematika Universitas Negeri Malang dengan kualifikasi pendidikan minimal strata 3.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu teknik analisis data kualitatif yang dijelaskan oleh Creswell (2018), terdiri dari beberapa tahapan, yakni: 1) mempersiapkan dan mengorganisir data; 2) mengeksplorasi dan melakukan pengkodean pada data; 3) mendeskripsikan data; 4) menyajikan dan melaporkan temuan penelitian; 5) menafsirkan temuan penelitian; serta 6) memvalidasi keakuratan hasil temuan penelitian.

HASIL DAN DISKUSI

Tahap awal, lembar tes masalah program linear diberikan kepada 24 siswa, kemudian diperoleh 16 siswa yang dapat dianalisis proses pemodelan matematisnya dengan tiga ragam jawaban yang dikategorikan A, B dan C untuk memetakan ragam jawaban yang muncul.

Keterangan:

A= Model berupa beberapa fungsi kendala dan satu fungsi tujuan

B= Model berupa beberapa fungsi kendala dan dua fungsi tujuan

C= Berupa variabel-variabel

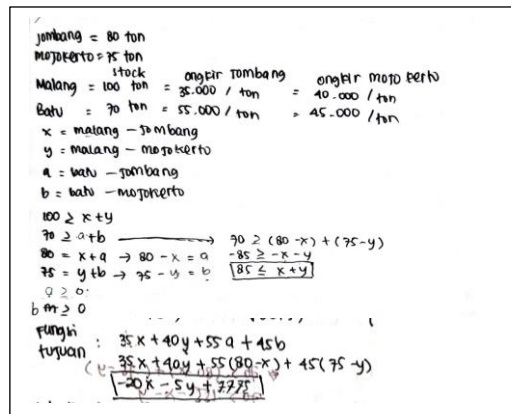
Kemudian dilakukan wawancara dengan mengambil satu subjek dari setiap kelompok variasi jawaban yang ada. Tiga subjek yang diperoleh merupakan subjek yang memiliki kemampuan komunikasi yang baik dan bersedia untuk dilakukan proses wawancara. Adapun soal tes masalah program linear yang diberikan seperti berikut.

Suatu pabrik gula perlu meminimalkan biaya pengiriman dari dua pabrik utamanya di Kota Malang dan Kota Batu. Semua pesanan grosir dari luar kota dikirim dari dua pabrik tersebut. Agen di Kota

Jombang memesan 80 ton gula dan di hari yang sama agen di Kota Mojokerto memesan 75 ton gula. Pabrik di Kota Malang memiliki gula yang siap dikirim sebanyak 100 ton dan pabrik di Kota Batu memiliki 70 ton gula yang siap kirim. Biaya pengiriman tiap ton gula ke Kota Jombang Rp 35.000,00 dari Kota Malang dan Rp 55.000,00 dari Kota Batu. Biaya pengiriman tiap ton gula ke Kota Mojokerto Rp 40.000,00 dari Kota Malang dan Rp 45.000,00 dari Kota Batu. Berapa ton gula yang harus dikirim dari setiap pabrik untuk meminimalkan biaya?

Pemodelan Matematis Subjek A (SA)

Berikut jawaban SA dalam memodelkan matematika masalah program linear dapat disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Jawaban SA dalam memodelkan matematika.

Secara tertulis maupun verbal, pada proses mengidentifikasi variabel keputusan, SA membuat daftar informasi yang ada pada soal lalu disajikan dalam bentuk tabel terlebih dahulu. Meskipun tabel tersebut tidak disertakan garis pembatasnya namun sudah cukup memberi informasi bahwa data pada soal tersebut memang dikelompokkan secara teratur. Hal tersebut sesuai dengan langkah pemodelan Sekerák (2010), bahwa langkah awal yang dilakukan untuk memodelkan matematika yaitu memutuskan informasi mana yang relevan dan penting untuk dimasukkan ke dalam model. Sementara tabel yang digunakan termasuk alat representasi yang dapat mengembangkan dan memperdalam pemahaman siswa tentang konsep dan hubungan matematika (NCTM, 2000).

Pada proses mengonstruksi fungsi kendala dan fungsi tujuan, baik secara tulisan maupun verbal, SA membentuk empat variabel dengan melihat informasi yang ada pada tabel yang telah dibuat yaitu mewakili banyak gula yang dikirim dari tiap pabrik ke agen masing-masing kota yang memesan gula. SA membentuk model fungsi kendala berupa sistem pertidaksamaan linear yang menunjukkan banyak gula yang akan dikirim ke agen masing-masing kota yang memesan gula dari tiap pabrik. Sistem pertidaksamaan linear lainnya menunjukkan bahwa banyak gula yang akan dikirim tidak bernilai negatif. SA juga membentuk fungsi kendala berupa sistem persamaan linear yang menunjukkan banyak gula yang dipesan masing-masing kota datang dari dua pabrik berbeda.

Selanjutnya SA memodifikasi bentuk sistem persamaan linear dan sistem pertidaksamaan linear, saling mengaitkan keduanya, mensubstitusikan variabel-variabel yang akan dieleminasi. Sehingga terbentuklah sistem pertidaksamaan linear yang baru. SA menentukan satu fungsi tujuan

meminimalkan biaya pengiriman gula dengan empat variabel berbeda. Secara verbal SA memaparkan empat variabel tersebut merupakan banyak gula yang dikirimkan dari pabrik ke agen kota yang memesan. Kemudian ia mensubstitusikan variabel tadi dengan persamaan yang telah diolah sebelumnya sehingga menjadikan fungsi tujuan tersebut menjadi dua variabel. Hasil pemodelan SA sudah lengkap mencakup seluruh informasi yang ada pada soal.

Berdasarkan hal tersebut, proses SA dalam mengonstruksi fungsi kendala dan fungsi tujuan sesuai dengan langkah pemodelan Sekerák (2010), yaitu dengan konversi informasi yang diperoleh pada tahap sebelumnya ke dalam bahasa matematika yang mana informasi pada soal disajikan dalam bentuk tabel sehingga memudahkan mengonstruksi model dan terbentuk berbagai jenis pemodelan yang lebih kompleks daripada subjek lainnya. Hasil representasi matematis bisa berupa berbagai jenis persamaan dan pertidaksamaan (Sekerák, 2010). Proses yang dilakukan SA juga sejalan dengan Mousoulides, dkk (2008) bahwa masalah dapat dimanipulasi dengan mengidentifikasi variabel dan menghubungkannya dengan masalah, akan membantu siswa untuk menganalisis dan menggabungkan sifat-sifat matematika yang diperlukan untuk membangun model matematika.

Pada proses memverifikasi fungsi kendala dan fungsi tujuan, dilakukan wawancara berikut:

- P* : Mengapa menggunakan tanda \geq ?
Karena di pabrik Malang hanya ada stok 100 ton yang bisa dikirim ke
- SA* : *agen di Kota Jombang dan Mojokerto, itu sudah maksimum. Begitu juga*
untuk pabrik Batu, maksimal 70 ton
- P* : Untuk model ini, mengapa menggunakan tanda $=$?
Karena agen di Jombang membutuhkan 80 ton gula dari kedua pabrik
- SA* : *begitu juga Mojokerto membutuhkan 75 ton dari kedua pabrik*

Lalu secara verbal SC memaparkan alasan mengubah pertidaksamaan $70 \geq a + b$ menjadi $85 \leq x + y$ dengan substitusi bertujuan untuk proses selanjutnya ketika menggambar daerah himpunan penyelesaian di bidang kartesius yang mana membutuhkan dua macam variabel saja. Penjelasan SA tersebut sesuai dengan langkah pemodelan Sekerák (2010), yaitu mempertimbangkan kesesuaian antara model dengan situasi yang diberikan di masalah, sesuai aturan matematis sehingga cukup menggambarkan situasi aslinya. Sejalan dengan Eric (2009) yaitu melakukan evaluasi terhadap model yang telah dibuat dengan menganalisis struktur model tersebut dan membandingkan solusi yang dihasilkan oleh model dengan data dan pertanyaan. Selain itu proses yang dilakukan SA dengan memahami dan menyederhanakan masalah menunjukkan bahwa SA memiliki pemahaman konsep yang relevan dan menggunakan informasi dari latar belakang pengetahuannya (Mousoulides dkk, 2008).

Pemodelan Matematis Subjek B (SB)

Pada proses mengidentifikasi variabel keputusan, secara verbal SB menjelaskan dengan memilah-milah informasi apa saja yang ada pada soal sebelum dilakukan pemodelan. Hal tersebut

sesuai dengan langkah pemodelan Sekerák (2010), bahwa langkah awal yang dilakukan untuk memodelkan matematika yaitu memutuskan informasi mana yang relevan dan penting untuk dimasukkan ke dalam model. Adapun jawaban SB dalam memodelkan matematika masalah program linear disajikan pada Gambar 2.

Jombang peron 30 ton (a)	Mojokerto peron 75 ton (b)
MALANG : 100 ton (x)	$f(x) = 35.000x + 45.000y$ (a)
BAH : 70 ton (y)	$g(x) = 40.000x + 45.000y$ (b)
Jumlah : $x + y \leq 80$	MOJOKERTO : $x + y \leq 75$
$x = 60$ $y = 30$	$x = 45$ $y = 30$

Gambar 2. Jawaban SB dalam Memodelkan Matematika

Pada proses mengonstruksi fungsi kendala dan fungsi tujuan, baik dari tulisan maupun verbal, SB memilih variabel a dan b mewakili banyaknya gula yang dipesan oleh agen di masing-masing kota. Sementara x dan y mewakili banyak ton gula yang siap kirim dari masing-masing pabrik. SB membentuk dua fungsi tujuan untuk masing-masing agen kota yang memesan gula, berangkat dari informasi pada soal yaitu biaya pengiriman dari masing-masing pabrik dikalikan banyak gula yang akan dikirim menuju agen satu kota yang memesan gula. SB juga membentuk fungsi kendala berupa sistem persamaan linear, berangkat dari informasi pada soal bahwa gula akan dikirimkan dari dua pabrik di kota tersebut dengan banyak gula yang dipesan dari agen luar kota. Hal tersebut sesuai dengan langkah pemodelan Sekerák (2010), yaitu mengonstruksi model matematika dengan konversi informasi yang diperoleh pada tahap sebelumnya ke dalam bahasa matematika yang hasilnya salah satunya berbentuk persamaan. Sejalan dengan penelitian Mousoulides, dkk (2008) bahwa masalah dapat dimanipulasi dengan mengidentifikasi variabel dan meghubungkannya dengan masalah, membantu siswa untuk menganalisis dan menggabungkan sifat-sifat matematika yang diperlukan untuk membangun model matematika. Namun pemodelan yang dibuat SB ini masih belum lengkap karena terdapat informasi yang seharusnya masih bisa untuk dimodelkan.

Pada proses memverifikasi fungsi kendala dan fungsi tujuan, dilakukan wawancara berikut:

- P* : Mengapa menggunakan tanda $=$?
- Karena di pabrik Malang hanya ada stok 100 ton yang Karena banyaknya*
- SB* : *gula yang dikirim tidak bisa kurang atau lebih dari banyaknya gula yang dipesan.*

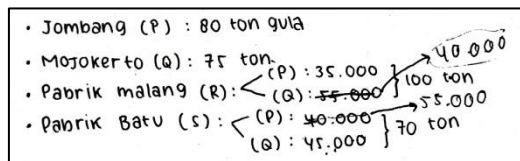
Penjelasan SB tersebut sesuai dengan langkah pemodelan Sekerák (2010) yaitu proses memverifikasi model dengan mempertimbangkan kesesuaian antara model dengan situasi yang diberikan di masalah dan sesuai aturan matematis sehingga cukup menggambarkan situasi aslinya.

Namun, pemodelan fungsi tujuan yang diperoleh SB ini tidak sesuai dengan situasi yang diberikan di masalah karena SB memodelkan dua fungsi tujuan yang seharusnya hanya satu fungsi tujuan saja. Sehingga SB tidak sejalan pada proses memverifikasi model menurut Sekerák (2010)

yang harus mempertimbangkan kesesuaian antara model dengan situasi yang diberikan di masalah dan sesuai aturan matematis sehingga menggambarkan situasi aslinya. Proses yang dilakukan SB ini sejalan dengan penelitian Tiara dkk (2021) dan Elsa & Sudihartinih (2020), bahwa ditemukan kesulitan siswa dalam penggunaan konsep menentukan model matematika dan ditemukan banyak kesalahan siswa dalam transformasi yaitu kesalahan dalam membangun model matematika.

Pemodelan Matematis Subjek C (SC)

Pada proses mengidentifikasi variabel keputusan, secara verbal SC menjelaskan dengan memilah-milah informasi apa saja yang ada pada soal. SC memfokuskan pada informasi banyak gula yang dipesan agen di masing-masing kota dan biaya pengiriman dari pabrik ke masing-masing kota. Hal tersebut sesuai dengan langkah pemodelan Sekerák (2010), bahwa langkah awal yang dilakukan untuk memodelkan matematika yaitu memutuskan informasi mana yang relevan dan penting untuk dimasukkan ke dalam model. Adapun jawaban SC dalam memodelkan matematika masalah program linear disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Jawaban SC dalam memodelkan matematika.

Pada proses mengonstruksi fungsi kendala dan fungsi tujuan, baik dari tulisan maupun verbal, SC berangkat dari memilih variabel P dan Q . Terlihat juga dari garis-garis percabangan yang dibuat oleh SA. Lalu SC menjelaskan $R - P, R - Q, S - P, S - Q$ merupakan biaya pengiriman dari pabrik ke agen masing-masing kota yang memesan gula.

P : Apa maksudnya simbol P, Q, R, S ?

SC : P itu agen di Jombang, Q itu agen di Mojokerto, R itu pabrik di Malang dan S itu pabrik di Batu.

P : Maksudnya yang dimisalkan itu apanya?

SC : Namanya aja, biar mudah menyelesaikan

P : Nama kota aja?

SC : Iya.

Penjelasan SC tersebut sejalan dengan Sukoriyanto & Desmayanti (2021), bahwa ditemukan kesalahan siswa saat menentukan variabel pemisalan yang disebabkan karena kemampuan menggunakan bahasa matematika yang masih kurang.

Pada proses ini SC mengidentifikasi variabel-variabel yang diperoleh tersebut namun belum sampai ke tahap mengonstruksi fungsi kendala dan fungsi tujuan. Hal tersebut tidak memenuhi dengan langkah pemodelan Sekerák (2010), yaitu mengonstruksi model matematika dengan konversi informasi yang diperoleh pada tahap sebelumnya ke dalam bahasa matematika. Sejalan dengan penelitian Mousoulides, dkk (2008) bahwa identifikasi variabel belum termasuk model matematika

karena identifikasi variabel itu sendiri yang berguna untuk membantu menganalisis dan menggabungkan sifat-sifat matematika untuk membangun model matematika. Proses yang dilakukan SC juga sejalan dengan penelitian Kaeng, dkk (2021) bahwa terdapat siswa yang tidak mampu membangun model matematika. Hal tersebut disebabkan siswa kurang memahami materi yang diberikan, sehingga ketika diberikan soal, siswa kurang memahami, yang membuat siswa kesulitan menentukan nilai apa yang sesuai untuk membuat model matematika. Tentunya SC juga tidak bisa melakukan proses memverifikasi fungsi kendala dan fungsi tujuan karena belum sampai pada langkah mengonstruksi model.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian dan pembahasan tentang proses pemodelan matematis siswa dalam memecahkan masalah program linear yaitu terdapat perbedaan proses pemodelan pada tiga ragam jawaban. Subjek pertama melakukan seluruh langkah pemodelan yaitu mengidentifikasi variabel keputusan dengan menggunakan tabel, mengonstruksi fungsi kendala dan fungsi tujuan dengan pengoperasian aljabar dan substitusi dan memverifikasinya. Subjek kedua melakukan dua langkah pemodelan yaitu mengidentifikasi variabel keputusan dengan memilah-milah informasi pada soal dan mengonstruksi fungsi tujuan namun belum lengkap dalam mengonstruksi fungsi kendala. Sementara subjek ketiga hanya melakukan langkah mengidentifikasi variabel keputusan.

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat peneliti berikan untuk penelitian selanjutnya dapat dilengkapi dengan pemberian *scaffolding* terhadap siswa yang memiliki pemahaman kurang dalam mengonstruksi model dan memverifikasi model yang telah dibuat dengan mempertimbangkan kesesuaian antara model dengan situasi yang diberikan di masalah, sesuai aturan matematis sehingga cukup menggambarkan situasi aslinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih semua pihak yang telah membantu peneliti menyelesaikan penelitian ini, terutama kepada kedua orang tua dan kepada kedua dosen pembimbing, Dr. Sudirman, M.Si dan Drs. Tjang Daniel Chandra, M.Si, Ph.D, yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam proses penyusunan artikel ini.

REFERENSI

- Aforklenu, D. K., & Bukari, H. I. (2023). Algebra word problem difficulties : A case study in Tema Education Metropolis in Ghana. *Journal of Mathematics and Science Teacher*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.29333/mathsciteacher/13133>
- Baysal, E., & Sevinc, S. (2022). The role of the Singapore bar model in reducing students' errors on algebra word problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(22), 1–21. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1944683>

- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (P. A. Smith, C. Robb, & M. Buchholtz (eds.); 4th ed.). Pearson Education.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Fifth, Vol. 53, Issue 9). SAGE.
- Dym, C. L. (2004). *Principles of Mathematical Modelling* (H. Barbara (ed.); 2nd ed.). Elsevier Academic Press.
- Elsa, Ih. A., & Sudihartinih, E. (2020). Error Analysis of High School Students on Linear Program Topics Based on Newman Error Analysis Hanne Ayuningtias Elsa, Eyus Sudihartinih. *Mathematics Education Journals*, 4(1), 7–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.22219/mej.v4i1.11466>
- Eric, C. C. M. (2009). *Mathematical Modelling as Problem Solving for Children in the Singapore Mathematics Classrooms*. 32(1), 36–61.
- Hartono, J. A. (2017). Pentingnya Pemodelan Matematis Dalam Pembelajaran Matematika. *Seminar Nasional Matematika: Peran Alumni Matematika Dalam Membangun Jejaring Kerja Dan Peningkatan Kualitas Pendidikan*,.
- Holmes, V., Spence, K., Finn, J., Ingram, S. M., & Horton, L. (2017). Conquering Worrisome Word Problems – Algebra Success. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 16(6), 89–100.
- Jupri, A., & Drijvers, P. (2016). Student difficulties in mathematizing word problems in Algebra. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(9), 2481–2502. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1299a>
- Kaeng, F. F., Mangobi, J. U. L., & Regar, V. E. (2021). Analysis of student error in solving story problems in linear program materials. *Journal of Physics: Conference Series*, 1968(1), 1–5. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1968/1/012022>
- Mousoulides, N. G., Christou, C., & Sriraman, B. (2008). A Modeling Perspective on the Teaching and Learning of Mathematical Problem Solving. *Mathematical Thinking and Learning*, 10(3), 293–304. <https://doi.org/10.1080/10986060802218132>
- Muzaki, A., & Masjudin, M. (2019). Analisis Kemampuan Literasi Matematis Siswa. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(3), 493–502. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v8i3.557>
- NCTM, N. C. of T. f M. (2000). Principles and Standards for School Mathematics. In *Nucl. Phys.* (Vol. 13, Issue 1).
- Sekerák, J. (2010). Phases of mathematical modelling and competence of high school students. *Teaching of Mathematics*, 13(2), 105–112.
- Sepeng, P., & Sigola, S. (2013). Making sense of errors made by learners in mathematical word problem solving. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(13), 325–333.

<https://doi.org/10.5901/mjss.2013.v4n13p325>

Suharyono, E., & Rosnawati, R. (2020). Analisis Buku Teks Pelajaran Matematika SMP ditinjau dari Literasi Matematika. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(3), 451–462.

<https://doi.org/10.31980/mosharafa.v9i3.819>

Sukoriyanto, S., & Desmayanti, N. (2021). Analysis of student errors in solving linear programming problems based on Newman's procedures in terms of writing mathematical communication capabilities. *AIP Conference Proceedings*, 2330, 1–7. <https://doi.org/10.1063/5.0043383>

Tiara, T., Usman, U., & Ahsan, M. (2021). Analysis of Students' Difficulties in Solving Story Problems on Linear Programming Material At Sman 3 Sidrap Analisis Kesulitan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Pada Materi Program Linear Di Sman 3 Sidrap. *PRINSIP Pendidikan Matematika*, 4(1), 9–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.33578/prinsip.v4i1.95>

Zulhendri, Ahmad Fauzan, Made Arnawa, Edwin Musdi, & Yerizon. (2022). Analysis Of Mathematics Student Error To Solve Problems Of Linear Programs. *International Journal Of Humanities Education and Social Sciences (IJHESS)*, 1(5), 774–780. <https://doi.org/10.55227/ijhess.v1i5.156>