



Proses Berpikir Aljabar Mahasiswa Berdasarkan Representasional Gesture dalam Menyelesaikan Masalah

Rivatul Ridho Elvierayani^{1*}, Ayu Ismi Hanifah², Emalia Nova Sustyorini³, Nikmatul Fahrulziah⁴

¹Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Islam Lamongan. Jalan Veteran No 53A Lamongan, 62211, Indonesia.

²Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Islam Lamongan. Jalan Veteran No 53A Lamongan, 62211, Indonesia.

³⁻⁴Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Islam Lamongan. Jalan Veteran No 53A Lamongan, 62211, Indonesia.

* Korespondensi Penulis. E-mail: rivatulridho@unisla.ac.id

© 2024 JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)

This is an open access article under the CC-BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>) ISSN 2337-9049 (print), ISSN 2502-4671 (online)

Abstrak: Kemampuan pemecahan masalah diperlukan oleh peserta didik dari mulai sekolah dasar hingga perguruan tinggi untuk mengetahui keterampilan proses berpikirnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses berpikir aljabar mahasiswa berdasarkan representasional gesture dalam menyelesaikan masalah operational research. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan jenis penelitian studi kasus. Subjek penelitian ini merupakan dua mahasiswa manajemen semester II Unisla yang dipilih berdasarkan penggunaan representasional gesture yang bervariasi. Teknik pengumpulan data dilakukan secara triangulasi sumber dengan cara merekam aktivitas pemecahan masalah, mewawancarai dan mengamati hasil pekerjaan subjek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama proses menyelesaikan masalah operational research mahasiswa menggunakan representasional gesture. Gesture yang digunakan dalam menyelesaikan masalah menggambarkan seberapa jauh proses penyelesaian masalah yang dapat dilakukan oleh mahasiswa. Subjek S1 mampu menyelesaikan masalah operational research dalam proses berpikir aljabar hingga tahap indikator mendeskripsikan aturan, namun pemahaman konsep pada materi aljabar kurang dikuasainya. Sedangkan subjek S2 mampu melalui semua indikator proses berpikir aljabar hingga indikator terakhir yaitu menggambarkan perubahan pada proses berpikir. Penelitian ini diharapkan dapat menyoroti pentingnya komunikasi non verbal (gesture) sebagai bentuk pemahaman konsep dan identifikasi kesulitan yang dialami oleh mahasiswa agar pengajar dapat memberikan intervensi yang tepat.

Kata kunci: Proses Berpikir Aljabar; Gesture; Representasional Gesture; masalah matematika

Abstract: Problem solving skills are needed by students from elementary school to college to find out their thinking process skills. This study aims to describe the algebraic thinking process of students based on representational gestures in solving operational research problems. The research method used is qualitative research with a case study type of research. The subjects of this study were two second semester Management students of Unisla who were selected based on the use of varying representational gestures. Data collection techniques were carried out by triangulating sources by recording problem solving activities, interviewing and observing the results of the subject's work. The results showed that during the process of solving Operational Research problems, students used representational gestures. The gestures used in solving problems illustrate how far the problem solving process can be carried out by students. S1 subjects were able to solve operational research problems in the algebraic thinking process up to the indicator stage of describing rules, but their understanding of the concept of algebraic material was less mastered. While S2 subjects were able to go through all indicators of the algebraic thinking process up to the last indicator, namely describing changes in the thinking process. This study is expected to highlight the importance of non-verbal communication (gesture) as a form of understanding concepts and identifying difficulties experienced by students so that teachers can provide appropriate interventions.

Keywords: Algebraic Thinking Process; Gestures; Representational Gesture; Operational research, mathematics problem

Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu bidang studi yang dipelajari di semua jenjang pendidikan, mulai dari sekolah dasar, sekolah menengah, hingga perguruan tinggi. Matematika sebagai "*Quenn and Servant of Science*" merupakan fondasi bagi ilmu pengetahuan lain yang digunakan sebagai pembantu dalam mengembangkan ilmu pengetahuan tersebut. *National Council of Teacher of Mathematics* (NCTM, 2000) telah menetapkan lima standar proses yang harus dimiliki peserta didik melalui pembelajaran matematika diantaranya pemecahan masalah (*problem solving*), penalaran dan pembuktian (*reasoning and proof*), komunikasi (*communication*), koneksi (*connection*) dan representasi (*representation*).

Pemecahan masalah merupakan salah satu hal yang mendasari tujuan pendidikan di Indonesia, dimana dengan menyelesaikan sebuah masalah seseorang mampu mengembangkan proses berpikirnya (Sapa'at, 2020). Namun, fakta menunjukkan masih banyak peserta didik yang kesulitan dalam menyelesaikan masalah matematika. Penelitian yang dilakukan oleh (Murray & Murray, 2016); (Acharya, 2021) menyatakan bahwa siswa memiliki berbagai macam kesulitan dalam matematika. Banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah matematika dalam bentuk soal cerita. Soal cerita erat kaitannya dengan materi aljabar. Penelitian yang dilakukan oleh (Croteau et al., 2004) menunjukkan bahwa soal cerita aljabar merupakan salah satu materi yang sulit bagi peserta didik karena peserta didik kesulitan memahami kalimat yang ada pada soal cerita. Selain itu, berdasarkan observasi yang peneliti lakukan sebagai pengajar matematika di prodi Manajemen, banyak mahasiswa yang masih kesulitan dalam menyelesaikan masalah matematika khususnya masalah soal cerita yang mengaitkan antara permasalahan sehari-hari di dunia ekonomi seperti pada masalah *operational research*. Oleh karenanya, perlu adanya suatu komunikasi sebagai bentuk strategi yang baik dalam mengatasi kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah matematika berbentuk soal cerita aljabar.

Gesture merupakan bentuk dari komunikasi yang direpresentasikan. *Gesture* berdasarkan Becvar et al. (2008) adalah gerakan semua tubuh yang terintegrasi dengan ucapan atau aksi untuk mengkomunikasikan sesuatu. *Gesture* berguna bagi peserta didik ketika mereka mengembangkan pemahaman yang muncul dari suatu konsep dalam situasi ketika memori kerja dikenai sebuah tugas pemecahan masalah atau ketika informasi perlu diproses atau disimpan (Walsh & Hord, 2019). Baru-baru ini *Theories of Embodied Cognition* yang diungkapkan oleh (Pier et al., 2019) menjelaskan bahwa kemampuan kognitif berhubungan dengan tindakan dan sistem persepsi dari seseorang. Teori *Embodied Cognition* ini mengandalkan bahwa peserta didik memproses dan memahami ide-ide melalui tubuh dan indera mereka, dan tubuh memiliki peran sentral dalam membentuk kognisi (Wilson, 2002). Sehingga klaim ini dapat dikatakan sebagai kognisi yang diperluas. Gagasan ini menyatakan bahwa sistem kognisi peserta didik dapat melampaui pikiran dan tubuh mereka sendiri, baik berpengaruh ke lingkungan maupun orang-orang yang ada di sekitarnya. Oleh karena itu, untuk memahami hal tersebut kita harus mempelajari situasi dan kognisi yang digunakan secara bersamaan sebagai satu sistem kesatuan. Dari sudut pandang ini, representasi berbasis tubuh eksternal seperti *gesture* merupakan bagian dari sistem kognitif yang membantu peserta didik dalam menjelaskan proses berpikirnya dalam menyelesaikan masalah matematika. Gerakan tersebut dapat ditelusuri lebih dalam untuk melihat proses berpikir yang dilakukan oleh peserta didik.

Proses berpikir peserta didik dalam menyelesaikan masalah *Operational research* didekati dengan menggunakan proses berpikir aljabar. Hal ini dikarenakan pembelajaran mata kuliah *operational research* dekat dengan masalah kehidupan sehari-hari yang memerlukan formulasi dan perumusan ke dalam pemodelan matematis untuk mendapatkan solusi yang optimal. Sehingga proses berpikir aljabar menurut memiliki karakteristik seperti mengidentifikasi masalah, mengkoneksikan, menggeneralisasikan, menyatakan kedalam

bentuk simbol serta mengaplikasikan konsep. Lew (2004) memaparkan bahwa berpikir aljabar meliputi enam kemampuan berpikir matematika yaitu generalisasi, abstraksi berpikir analitis, berpikir dinamis, pemodelan dan organisasi. Proses berpikir aljabar melalui representasional *gesture* dalam memecahkan masalah matematika bagi peserta didik sangat penting, selain *gesture* sebagai komunikasi mereka, *gesture* juga dapat menjadi jembatan bagi peserta didik untuk mengungkapkan ide-ide mereka dan kesulitan mereka selama menyelesaikan masalah sehingga peserta didik mampu untuk mewujudkan apa yang ada dipikiran mereka. Berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik untuk menelaah lebih jauh bagaimana proses berpikir aljabar mahasiswa berdasarkan representasional *gesture* yang dihasilkan dalam menyelesaikan masalah *operational research*.

Penelitian-penelitian sebelumnya berkaitan dengan *gesture* banyak mengkaji tentang bagaimana guru dan peserta didik menggunakan *gesture* selama terlibat dalam penalaran matematika (Alibali & Nathan, 2012; Dirusso, 1999; Rasmussen et al., 2004; Radford et al., 2009; Francaviglia & Servidio, 2011) melakukan penelitian tentang penggunaan *gesture* peserta didik dalam memecahkan masalah matematika. Goldin-Meadow dan rekannya (Church, R.B. & Goldin-Meadow, 1986; Alibali & Nathan, 2012; Cook et al., 2017) melakukan penelitian mengenai pemecahan masalah konservasi bilangan dan ekuivalensi. Namun masih sedikit penelitian yang merinci tentang bagaimana penggunaan gerakan untuk memfasilitasi siswa (Pier et al., 2019). Penelitian yang dilakukan oleh (Reynolds & Reeve, 2001) memberikan kesimpulan bahwa *gesture* yang dilakukan peserta didik berdampak dalam hal pembelajaran kolaboratif terutama dalam pemahaman masalah. Peserta didik secara dinamis harus berusaha secara bersama-sama dalam memahami masalah melalui gerakan yang diproduksi selama berdiskusi untuk memecahkan masalah tersebut. Sehingga studi ini masih sangat menarik dan menimbulkan banyak pertanyaan, apakah *gesture* ini unik untuk masing-masing individu ataukah mungkin untuk menemukan pola *gesture* yang digunakan oleh peserta didik ataukah *gesture* yang diproduksi hanya sebatas untuk memahami masalah saja. Dalam penelitian ini *gesture* yang diteliti berfokus pada tangan yaitu *gesture* proposisional yang diungkapkan oleh (McNeill, 1992) diantaranya *gesture* ikonik, *gesture* metaforik dan *gesture* deiktik yang digunakan secara kolaboratif. Selanjutnya *gesture* ikonik dan *gesture* metaforik akan disebut sebagai *gesture* representasional (Alibali & Nathan, 2012). Karena *gesture* representasional banyak digunakan dalam menjelaskan ide-ide yang dimaksudkan oleh siswa, maka *gesture* representasional merupakan alat representasi spontan dan alami yang sering digunakan peserta didik dan melibatkan kognisi dalam memecahkan masalah matematika. Oleh karenanya kebaruan dalam penelitian ini dengan melihat proses berpikir peserta didik akan lebih mudah digali melalui representasional *gesture*. Penelitian sebelumnya belum ada yang menyelidiki proses berpikir mahasiswa dari produksi *gesture* yang dihasilkan. Sehingga peneliti ingin mengetahui lebih mendalam bagaimana proses berpikir aljabar mahasiswa berdasarkan representasional *gesture* yang dilakukan selama menyelesaikan masalah pemrograman linear pada mata kuliah *operational research*.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif. Strategi kualitatif yang digunakan adalah studi kasus. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan secara rinci proses berpikir aljabar mahasiswa berdasarkan *gesture* representasional dalam menyelesaikan masalah matematika. McNeill (1992) menyatakan bahwa representasional *gesture* sebagai gerak *iconic* dan *deictic gesture*. Gerak *iconic* merupakan gerakan tangan yang merepresentasikan gerakan dari suatu objek. Sedangkan *deictic gesture* merupakan gerakan menunjuk pada sebuah objek atau benda (McNeill, 1992). Subjek penelitian ini adalah mahasiswa manajemen semester II Universitas Islam Lamongan. Pemilihan subjek ini didasarkan pada variasi representasional *gesture* yang mereka gunakan selama

menyelesaikan masalah *operasional research*. Pemilihan Subjek tersebut telah memenuhi syarat cukup untuk untuk dieksplorasi sesuai dengan representasional *gesture* yang mereka lakukan sehingga dapat dideskripsikan proses berpikir aljabarnya. Prosedur pengumpulan data dilakukan dengan tiga strategi seperti pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Strategi Prosedur Pengumpulan Data

Data	Strategi	Keterangan
Observasi	Peneliti bertindak sebagai observer	Peneliti melakukan pengamatan, membuat deskripsi dan melaporkan hasil
Lembar Tugas	Lembar Tugas	Peneliti menggunakan masalah pemrograman linear untuk mencari solusi maksimal yang memerlukan koordinasi berpikir aljabar
Perekaman secara Audio Visual	Foto, rekaman video (audio visual)	Peneliti melakukan perekaman aktivitas penyelesaian masalah mahasiswa secara mandiri

Pengumpulan data dilakukan dengan memberikan masalah kepada setiap mahasiswa yang terpilih sebagai subjek untuk menjelaskan hasil penyelesaian masalah yang telah dilakukan. Semua aktivitas mahasiswa direkam selama proses konfirmasi hasil jawabannya saat menyelesaikan masalah sebelumnya. data yang telah dikumpulkan ditriangulasikan menggunakan triangulasi sumber dan dianalisis menggunakan analisis data Model Miles dan Huberman (1994). Model Miles dan Huberman (1994) memiliki aktivitas yang dilakukan, yaitu: pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, membuat coding, dan verifikasi atau penarikan kesimpulan.

Hasil dan Pembahasan

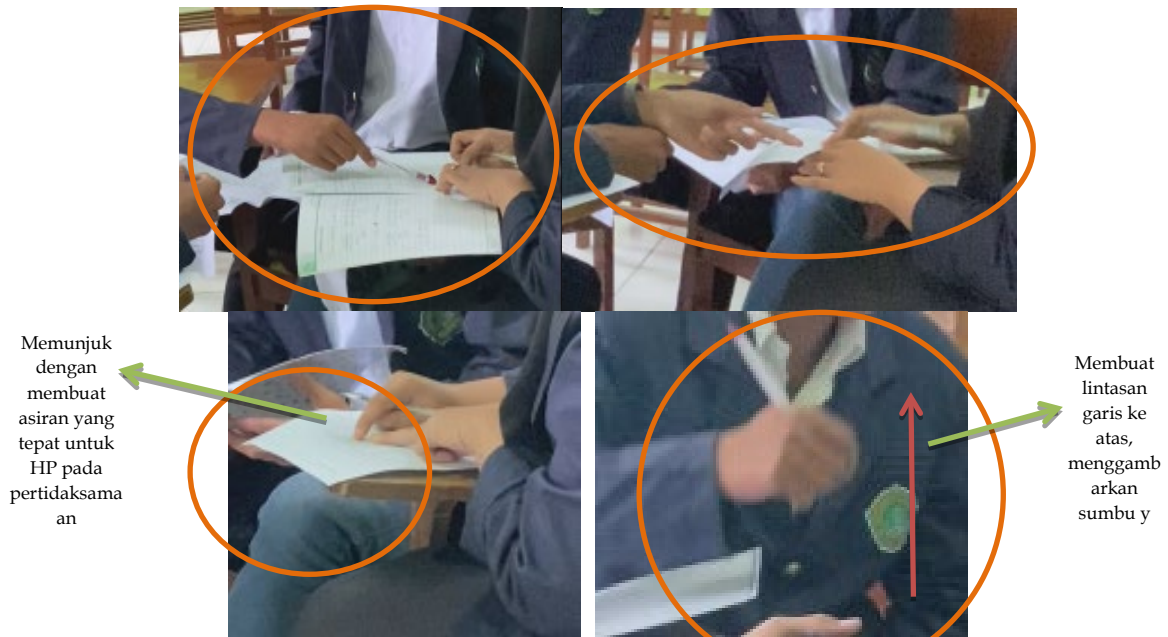
Penelitian dimulai dari 38 mahasiswa manajemen dalam menyelesaikan masalah *operasional research* pada Gambar 1 di bawah ini.

Suatu perusahaan memproduksi dua macam produk, namakan saja X dan Y, yang harus diproses melalui tiga macam mesin yaitu mesin I, II, III. *Contribution Margin* per unit kedua produk tersebut adalah Rp. 18.000,- dan Rp. 15.000,-. Produk X diproses di mesin I selama 36 detik, di mesin II selama 72 detik dan di mesin III selama 144 detik. Sedangkan produk Y memerlukan waktu 72 detik di mesin I, 36 detik di mesin II dan III. Perusahaan berharap untuk mengetahui berapa banyak produk yang diproduksi agar *contribution margin* total menjadi maksimum bila diketahui kapasitas mesin I, II, III masing-masing adalah 160 jam, 120 jam, 150 jam.

Gambar 1. Masalah *Operational Research*

Dari 38 mahasiswa tersebut, mahasiswa diminta untuk mendiskusikan hasil jawaban mereka untuk menjelaskan kepada temannya satu sama lain terkait jawaban yang telah dituliskannya. Dari hasil diskusi yang dilakukan, ada sebanyak dua mahasiswa yang menggunakan representasional *gesture* secara variatif. Sehingga dalam penelitian ini diulas lebih dalam dua mahasiswa yang menggunakan representasional *gesture* secara variatif dibandingkan dengan mahasiswa lainnya. Artinya kedua mahasiswa ini menggunakan *deictic gesture* dan *iconic gesture*. Berdasarkan hasil wawancara representasional *gesture* yang dilakukan oleh kedua mahasiswa tersebut diantaranya gerakan menunjuk yang dilakukan oleh setiap mahasiswa kepada mahasiswa lainnya untuk menunjukkan objek yang sedang bicarakanannya. Selain itu mahasiswa juga membuat lintasan gerak seperti membuat grafik di atas udara untuk menyatakan perubahan representasi dari persamaan ke diagram kartesius. Selanjutnya mahasiswa juga menjelaskan dengan gerakan tangan di geser ke kiri dan kanan untuk memberitahukan kepada rekannya arah arsiran pada pertidaksamaan yang

telah dibuatnya. Representasional *gesture* mahasiswa pada saat menjelaskan ke rekannya tergambar pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Representasional *Gesture* saat Berdiskusi Masalah Matematika

Berdasarkan representasional *gesture* yang dilakukan oleh ketiga mahasiswa tersebut, pada penelitian ini, peneliti memperdalam proses berpikir aljabar mahasiswa berdasarkan apa yang dijelaskannya mengacu pada (Discroll et al., 2003). Pencapaian indikator berpikir aljabar diantaranya (1) mengelompokkan informasi; (2) *Chunking Information* (Potongan informasi); (3) Memprediksi Pola; (4) Menggambar aturan; (5) Representasi yang berbeda; (6) Menggambar perubahan; (7) Membenarkan aturan.

Pemaparan Hasil Analisis Proses Berpikir Aljabar Mahasiswa S1

S1 mampu mengelompokkan informasi. Pada saat mengklasifikasi suatu informasi, S1 mampu melibatkan pembetulan ungkapan atau ekspresi dan persamaan yang merupakan objek aljabar. Pengungkapan persamaan pada saat menjelaskan kepada rekannya diwujudkan dalam bentuk *gesture* representasional dengan menunjuk variabel keputusan dan fungsi tujuan. Hal ini dapat diketahui dari hasil jawaban S1 yang mampu menerjemahkan masalah cerita ke dalam bentuk aljabar seperti pada Gambar 3 berikut.

• Kep. Variabel.

a) banyaknya produk X

b) banyaknya produk Y

• Fungsi tujuan

$$R = 18x + 15y$$

• Fungsi kendala / batasan.

Proses	Produk X	Produk Y	ditikung sediaan
mesin I	36	72	576.000
mesin II	72	36	432.000
mesin III	144	36	910.000

fungsi pembatas :

a.) $36x + 72y \leq 576.000$

b.) $72x + 36y \leq 432.000$

c.) $144x + 36y \leq 910.000$

Grouping Information

Chunking Information

Predicting the Patterns

Gambar 3. S1 Mengelompokkan Informasi dan Mencari Potongan Informasi

Gambar 3 menjelaskan bahwa S1 mampu mencari potongan informasi dengan cara menghubungkan manakah persamaan yang merupakan fungsi tujuan dan fungsi kendalanya. Dari soal yang diberikan diketahui bahwa kapasitas mesin diberikan dalam satuan jam, sehingga S1 mencoba menuliskan potongan informasi yang ditanyakan dengan merubah satuan jam menjadi detik agar sesuai dengan apa yang diketahui sebelumnya pada fungsi kendala. Hal ini sesuai dengan hasil wawancara yang dilakukan peneliti terhadap S1.

P : Bisa dijelaskan mbak, mengapa ini menjadi 576.000?

S1: oh, iya bu.. karena ini kan kapasitasnya jam, jadi saya rubah dulu ke detik.

R

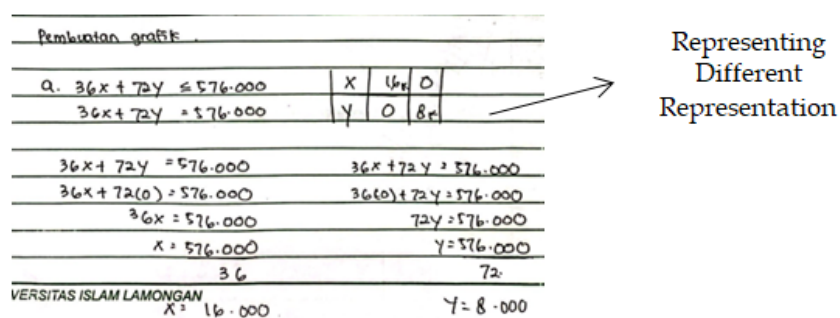
P : lalu, bagaimana dengan yang lain?

S1: ya sama bu, saya kalikan dengan 3.600 semua, biar lebih mudah.

R

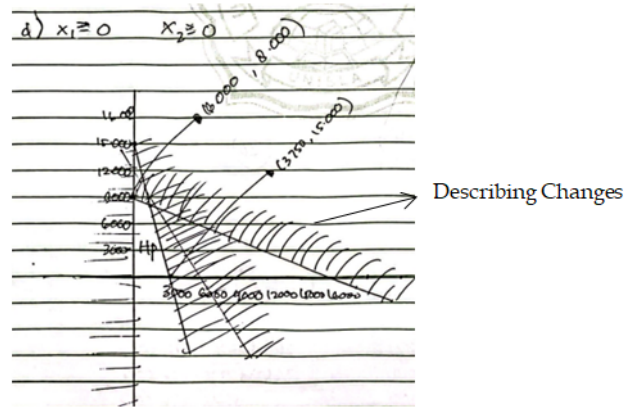
Pada saat menjelaskan kepada peneliti, S1 juga menggunakan representasional *gesture* untuk menjelaskan dengan membuat lintasan gerak menyerupai "x" untuk merepresentasikan perkalian yang dimaksud oleh S1 kepada peneliti. Pada Gambar 3 juga dijelaskan bahwa S1 juga mampu bekerja sesuai dengan masalah. hal ini tergambar dari hasil pekerjaan S1 pada saat membuat model matematika dengan tepat. Model matematika yang digunakan menggunakan pertidaksamaan linear dengan fungsi pembatas \leq (kurang dari sama dengan) yang menyatakan bahwa kapasitas mesin maksimum dapat berproduksi pada titik tertentu.

S1 mampu mendiskripsikan aturan pada saat menyelesaikan masalah. Pada tahap ini S1 menjelaskan langkah apa yang harus dilakukan setelah S1 menetapkan persamaan sesuai dengan masalah. Pada saat wawancara S1 menjelaskan bahwa persamaan tersebut akan dirubah menjadi bentuk grafik. Dari penjelasan tersebut S1 mampu menginterpretasikan hasil transformasi aljabar dalam konteks masalah yang diberikan. Gerakan yang dilakukan oleh S1 merupakan representasional *gesture*, baik pada saat berdiskusi maupun wawancara dengan peneliti S1 selalu menggunakan representasional *gesture* untuk merepresentasikan persamaan yang telah ditetapkannya ke bentuk grafik. Selain itu S1 juga menuliskan menunjuk kembali hasil pengerjaannya yang berupa gambar untuk menunjukkan kepada rekan diskusinya apa yang dimaksudkannya. S1 merepresentasikan permasalahan yang berbeda untuk menemukan informasi yang berbeda dalam menyelesaikan permasalahan tersebut sebagaimana terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. S1 Merepresentasikan Representasi yang Berbeda dan Mendeskripsikan Perubahan

Pada Gambar 4 terlihat bahwa S1 dengan sangat baik mampu menentukan titik potong pada setiap sumbu (sumbu x dan sumbu y) agar mempermudah S1 dalam menentukan representasi persamaan pada diagram kartesius. Setelah S1 menentukan semua titik potong pada sumbu x maupun y, S1 menggambarkan setiap persamaan pada sebuah diagram kartesius, nampak seperti Gambar 5 berikut.

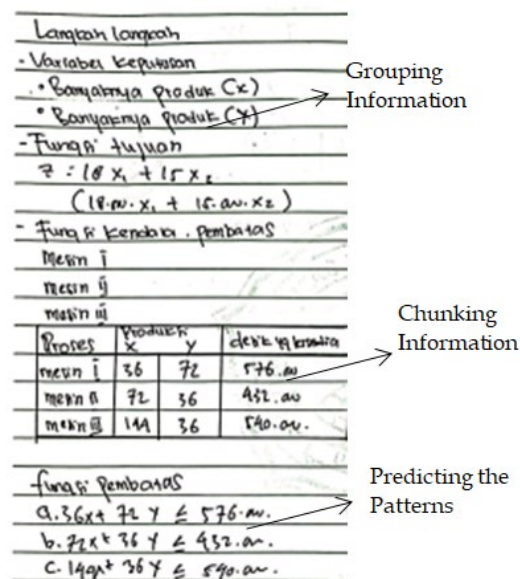


Gambar 5. Penggambaran Perubahan ke bentuk Grafik

Berdasarkan Gambar 5 tersebut, S1 mampu menentukan dengan baik, himpunan penyelesaian dari pertidaksamaan yang telah ditetapkan. Diperoleh bahwa titik-titik kritis yang dapat ditentukan dari himpunan penyelesaian tersebut ada tiga titik koordinat. Dari tiga titik kritis ini, S1 hanya menyebutkan dua titik kritis yang digunakan untuk mendekati fungsi tujuan. Pada tahap ini, S1 melakukan representasional *gesture* untuk membangun pemahaman dalam menyatakan titik kritis yang dimaksudnya sehingga pada saat wawancara S1 sadar bahwa dia lupa dengan prosedur untuk menentukan titik kritis jika berada di tengah.

Pemaparan Hasil Analisis Proses Berpikir Aljabar Mahasiswa S2

Berdasarkan hasil jawaban pada lembar tugas, S2 mampu mengelompokkan informasi yang diberikan. Pada saat pengelompokkan informasi, S2 menggunakan representasional *gesture* untuk memusatkan perhatian S2 pada saat menentukan fungsi tujuan dan fungsi kendala. Selanjutnya disertai dengan menunjuk pada masalah yang dihadapinya, S2 mampu mengganti variabel dalam ekspresi dan persamaan. S2 mampu menggunakan aljabar untuk memodelkan situasi dunia nyata ke dalam bentuk aljabar. Hal tersebut menunjukkan bahwa *gesture* representasional digunakan oleh S2 untuk mengurangi beban berpikirnya dalam menjelaskan dan mengklarifikasi gagasan pada saat menjelaskan kepada rekan diskusinya. Hasil pengerjaan S2 terlihat pada Gambar 6 berikut.



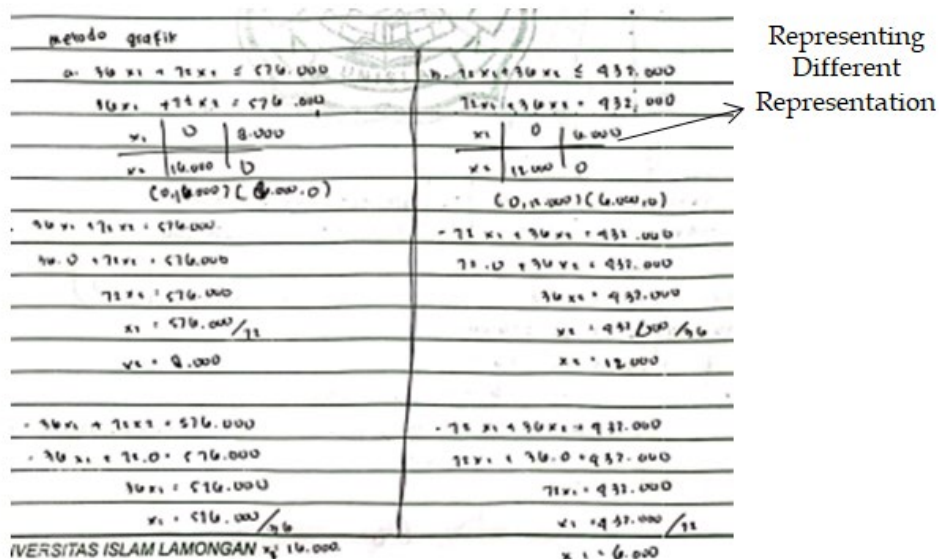
Gambar 6. S2 Mengelompokkan Informasi dan Mencari Potongan Informasi

Pada saat wawancara S2 mampu mencari potongan informasi dengan cara menghubungkan manakah persamaan yang merupakan fungsi tujuan dan fungsi kendalanya. Disertai dengan menunjuk dan membuat lintasan gerak S2 juga menjelaskan kepada peneliti bahwa ada beberapa hal yang memerlukan transformasi, seperti pada letak informasi satuan jam yang ada pada kapasitas mesin. S2 menyatakan bahwa kapasitas yang digunakan pada informasi di masalah tersebut memiliki satuan yang berbeda dengan sebelumnya, jadi harus di rubah terlebih dahulu. Sehingga pada lembar jawaban S2 diberikan keterangan “*detik yang tersedia*”. S2 menggunakan representasional *gesture* untuk menggambarkan ide dalam bentuk abstrak (memodelkan masalah dalam bentuk matematika) kepada peneliti yang tujuannya agar peneliti lebih mudah menangkap apa yang dia maksud. Seperti pada potongan wawancara berikut:

P : Apa yang kamu pikirkan mas saat kamu menggunakan tanganmu saat menjelaskan tadi..?
 S2: oh, iya bu.. gak sadar saya, maksudnya biar ibu paham apa yang saya maksudkan.

Pada gambar 6 juga dijelaskan bahwa S2 juga mampu bekerja sesuai dengan masalah. Hal ini tergambar dari hasil pekerjaan S2 pada saat membuat model matematika dengan tepat. S2 menuliskan bahwa fungsi pembatas dari masalah tersebut memiliki model matematika dengan penggunaan pertidaksamaan linear \leq (kurang dari sama dengan) yang menyatakan bahwa kapasitas mesin maksimum dapat berproduksi pada titik tertentu.

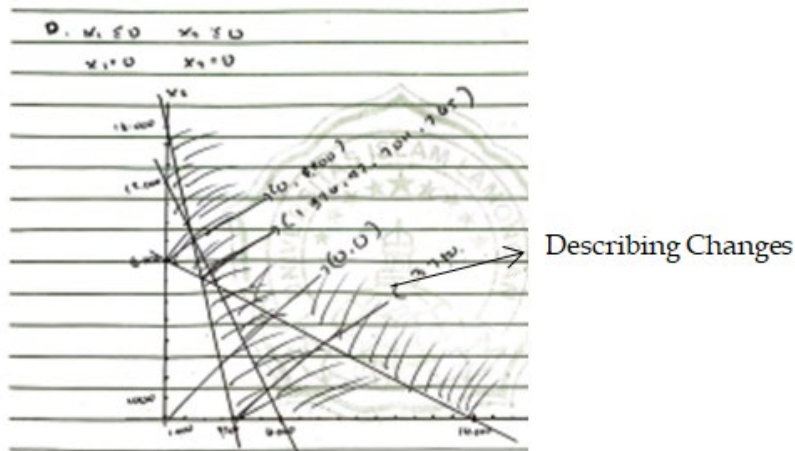
S2 mampu mendiskripsikan aturan pada saat menyelesaikan masalah. Pada tahap ini S2 menjelaskan langkah apa yang harus dilakukan setelah S2 menetapkan persamaan sesuai dengan masalah. Pada saat wawancara S2 menjelaskan bahwa persamaan tersebut akan dirubah menjadi bentuk grafik. Dari penjelasan tersebut S2 mampu menginterpretasikan hasil transformasi aljabar dalam konteks masalah yang diberikan. Setelah itu S2 mampu merepresentasikan persamaan yang telah ditetapkannya ke bentuk grafik. Pada saat ini S2 menggunakan gerakan tangannya untuk merepresentasikan permasalahan dengan menemukan informasi yang berbeda dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. Seperti terlihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. S2 Merepresentasikan Representasi dengan Diagram Cartesius

Pada Gambar 7 terlihat bahwa S2 dengan sangat baik mampu menentukan titik potong pada setiap sumbu (sumbu x dan sumbu y) agar mempermudah S2 dalam menentukan representasi persamaan pada diagram cartesius. Pada saat menjelaskan kepada rekannya S2

menggunakan tangan kanannya untuk menunjuk pada objek yang digambarnya dan menjelaskan setiap langkahnya dengan disertai ucapan. Setelah S2 menentukan semua titik potong pada sumbu x maupun y , S2 menggambarkan setiap persamaan pada sebuah diagram kartesius, nampak seperti Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Himpunan Penyelesaian dari Metode Grafik

Berdasarkan gambar 8 tersebut, S2 mampu menentukan dengan baik, himpunan penyelesaian dari pertidaksamaan yang telah di tetapkan. Diperoleh bahwa titik-titik kritis yang dapat ditentukan dari himpunan penyelesaian tersebut ada tiga titik koordinat. Selanjutnya S2 melakukan eliminasi untuk menentukan titik potong antara dua persamaan pada fungsi kendala yang merupakan titik kritisnya seperti terlihat pada Gambar 9 berikut.

$30x_1 + 7x_2 = 576.000$	1.	$30x_1 + 7x_2 = 576.000$
$109x_1 + 9x_2 = 590.000$	2.	$109x_1 + 9x_2 = 590.000$
		$-25x_1 = -509.000$
$30x_1 + 7x_2 = 576.000$		$x_1 = 1976,97$
$30 \cdot 1976,97 + 7x_2 = 576.000$		
$71.152,92 + 7x_2 = 576.000$		
$7x_2 = 576.000 - 71.152,92$		
$7x_2 = 504.847,08 / 7$		$(1.976,97, 7011,765)$
$x_2 = 7011,765$		

Gambar 9. Metode Eliminasi untuk Menentukan Titik Kritis

Dari Gambar 9 tersebut S2 mampu menggunakan aturan yang tepat untuk berhasil menemukan jawaban dari permasalahan yang diharapkan.

Berdasarkan tujuan penelitian, pada bagian ini akan dibahas mengenai proses berpikir aljabar mahasiswa berdasarkan representasional *gesture* dalam menyelesaikan masalah *operational research*. Persepsi berpikir aljabar yang dimiliki oleh mahasiswa ditunjukkan dalam bentuk *gesture* (gerakan tubuh) yang difokuskan pada gerakan tangan mahasiswa. *Gesture* ini merupakan cara bagi mahasiswa dalam mengamati, menunjuk, mengungkapkan, mendefinisikan konsep fungsi dalam berbagai bentuk representasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hostetter & Alibali (2008) bahwa *gesture* muncul secara spontan dari simulasi persepsi dan motorik yang mendasari perwujudan bahasa dan gambaran mental.

Alibali & Nathan (2012) juga menjelaskan bahwa *gesture* representasional muncul sebagai simulasi, aksi dan persepsi yang mendasari bahasa dan bayangan mental seseorang sehingga *gesture* mampu mensimulasikan bagaimana gerak tubuh dapat muncul dari sistem kognitif yang diwujudkan. Gerak tubuh yang dilakukan oleh mahasiswa menggambarkan seberapa jauh proses penyelesaian masalah yang dapat dilakukan oleh mahasiswa.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa mahasiswa dengan menggunakan representasional *gesture* mampu melakukan proses berpikir aljabar. Pada tahap ini, S1 melakukan representasional *gesture* untuk membangun pemahaman dalam menyatakan titik kritis yang dimaksudnya sehingga pada saat wawancara S1 sadar bahwa dia lupa dengan prosedur untuk menentukan titik kritis yang berada di tengah grafik. Aktivitas tersebut menunjukkan bahwa dengan bantuan *gesture* S1 mampu membangun pemahamannya seperti yang dinyatakan oleh Alibali & Nathan (2012) sehingga dia menyadari kesalahan yang telah dilakukannya. Berdasarkan proses berpikir aljabar S1 belum mampu menyelesaikan proses berpikir aljabar secara tuntas sehingga ketika dikonfirmasi kembali kejelasan aturannya, S1 belum mampu menjelaskan dengan baik. Hal ini sesuai dengan Booth et al., (2013) bahwa kesalahan penulisan dan pengoperasian variabel merupakan indikasi siswa kurang memahami variabel kunci yang menghambat pemahaman konsep aljabar. Sedangkan subjek S2 mampu melalui semua indikator proses berpikir aljabar, subjek S2 mampu menyelesaikan masalah *operational research* sampai indikator terakhir yaitu menggambarkan perubahan pada proses berpikir. S2 mampu menggunakan aturan yang tepat untuk berhasil menemukan jawaban dari permasalahan yang diharapkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Kieran (2004) bahwa mahasiswa dapat mengembangkan penguasaan aljabar untuk mengembangkan kemampuan berpikir divergen (berpikir dalam berbagai cara).

Secara umum proses berpikir aljabar mahasiswa berdasarkan temuan yang diperoleh didukung dengan representasi non verbal (*gesture*). Variasi *Gesture* mahasiswa dapat menunjukkan kesulitan, kesalahan, maupun pemahaman yang dialami oleh mahasiswa dalam menyelesaikan masalah aljabar. *Gesture* representasional juga dapat membantu mahasiswa untuk mempertahankan apa yang telah dipelajari oleh mahasiswa (Wakefield et al., 2021). Sehingga pada saat menyelesaikan masalah, mahasiswa menyimulasikan aksi matematika, seperti memanipulasi simbol, memvisualisasikan diagram maupun grafik pada masalah yang dihadapinya. Selain itu yang menarik dalam penelitian ini adalah gerakan yang dihasilkan mahasiswa menggambarkan proses berpikir aljabar mahasiswa terhadap konsep penerapan matematika yang diwujudkan dalam bentuk representasi diagram. Proses berpikir dalam penelitian ini merupakan kemampuan siswa untuk mengaitkan pemahaman mereka tentang konsep matematika ke situasi nyata dalam dunia bisnis. *Gesture* representasional berperan sebagai jembatan antara bayangan mental dan ide-ide abstrak matematis yang bersifat simbol dan formal. Dengan representasional *gesture* yang digunakan mahasiswa mampu menyimulasikan persepsi visual, dan menyimulasikan objek secara nyata.

Simpulan

Subjek S1 mampu menyelesaikan masalah *operational research* dalam proses berpikir aljabar hingga tahap indikator mendeskripsikan aturan, namun pemahaman konsep pada materi aljabar kurang dikuasai subjek S1 dengan baik sehingga menyebabkan subjek S1 bingung dalam menjustifikasi aturan. Sedangkan subjek S2 mampu melalui semua indikator proses berpikir aljabar, subjek S2 mampu menyelesaikan masalah *operational research* sampai indikator terakhir yaitu menggambarkan perubahan pada proses berpikir. *Gesture* representasional selalu mengiringi mahasiswa dalam setiap tahapan proses berpikirnya. Persepsi yang dimiliki oleh mahasiswa ditunjukkan dalam bentuk *gesture*. Pada saat menyelesaikan masalah, mahasiswa menyimulasikan aksi matematika, seperti memanipulasi simbol, memvisualisasikan diagram maupun grafik pada masalah yang dihadapinya. Selain itu yang menarik dalam penelitian ini adalah gerakan yang dihasilkan mahasiswa menggambarkan proses berpikir aljabar mahasiswa terhadap konsep penerapan matematika yang diwujudkan dalam bentuk representasi diagram. Proses berpikir dalam penelitian ini

merupakan kemampuan siswa untuk mengaitkan pemahaman mereka tentang konsep matematika ke situasi nyata dalam dunia bisnis.

Penelitian berikutnya dapat memperhatikan *gesture* yang dihasilkan selama proses pembelajaran maupun penyelesaian masalah, pendidik dapat melihat representasi *gesture* sebagai alat diagnostik yang digunakan untuk mengidentifikasi kesulitan belajar yang dialami oleh mahasiswa. Hal ini dikarenakan representasi berpikir seperti berpikir aljabar juga mampu direpresentasikan melalui tindakan mahasiswa.

Daftar Rujukan

- Acharya, B. R. (2021). *Factors Affecting Difficulties in Learning Mathematics by Mathematics Learners*. May. <https://doi.org/10.11648/j.ijeeedu.20170602.11>
- Alibali, M. W., & Nathan, M. J. (2012). Embodiment in Mathematics Teaching and Learning: Evidence From Learners' and Teachers' Gestures. *Journal of the Learning Sciences*, 21(2), 247-286. <https://doi.org/10.1080/10508406.2011.611446>
- Becvar, A., Hollan, J., & Hutchins, E. (2008). 5 Representational Gestures as Cognitive Artifacts for Developing Theories in a Scientific Laboratory. *Resources, Co-Evolution and Artifacts: Theory in CSCW*, 117-143.
- Booth, J. L., Lange, K. E., Koedinger, K. R., & Newton, K. J. (2013). Using example problems to improve student learning in algebra: Differentiating between correct and incorrect examples. *Learning and Instruction*, 25, 24-34. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.11.002>
- Church, R.B. & Goldin-Meadow, S. (1986). The Mismatch Between Gesture and Speech as an Index of Transitional Knowledge. *Cognition*, 23, 1.
- Cook, S. W., Friedman, H. S., Duggan, K. A., Cui, J., & Popescu, V. (2017). Hand Gesture and Mathematics Learning: Lessons From an Avatar. *Cognitive Science*, 41(2), 518-535. <https://doi.org/10.1111/cogs.12344>
- Croteau, E. A., Heffernan, N. T., & Koedinger, K. R. (2004). Why Are Algebra Word Problems Difficult? Using Tutorial Log Files and the Power Law of Learning to Select the Best Fitting Cognitive Model. *Intelligent Tutoring Systems Lecture Notes in Computer Science*, 240-250.
- Dirusso, A. A. (1999). The Function Of Gesture In Learning To Count : More Than Keeping Track. *Cognitive Development*, 56(7 999), 37-56.
- Discroll, M., Zawojeski, J., Humez, A., Nakula, J., Goldsmith, L., & Hammerman, J. (2003). *The Fostering Algebraic Thinking Toolkit: A Guide for Staff Development*. Heinemann.
- Francaviglia, M., & Servidio, R. (2011). Gesture as a Cognitive Support to Solve Mathematical Problems. *Psychology*, 02(02), 91-97. <https://doi.org/10.4236/psych.2011.22015>
- Hostetter, A. B., & Alibali, M. W. (2008). Visible embodiment: Gestures as simulated action. *Psychonomic Bulletin and Review*, 15(3), 495-514. <https://doi.org/10.3758/PBR.15.3.495>
- Kieran, C. (2004). *Algebraic thinking in the secondary school curriculum: Research questions and directions for development*. (Challengin). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lew Hee-Chan. 2004. Developing Algebraic Thinking in Early Grades: Case Study in Korean Elementary School Mathematics. *The Mathematics Educator*, 8(1), 88-106
- McNeill, D. (1992). *Hand and Mind: What Gesture Reveal about Thought*. Chicago University Press.
- Miles, M. B, & Huberman, A. M. (1994). *Qualitatif Data Analysis: A Sourcebook of New methods*. Sage.
- Murray, S., & Murray, S. (2016). *Research in Mathematics Education Declining participation in post-compulsory secondary school mathematics : students ' views of and solutions to the problem*. 4802(February). <https://doi.org/10.1080/14794802.2011.624731>
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*.

- Pier, E. L., Walkington, C., Clinton, V., Boncoddio, R., Williams-Pierce, C., Alibali, M. W., & Nathan, M. J. (2019). Embodied truths: How dynamic gestures and speech contribute to mathematical proof practices. *Contemporary Educational Psychology, 58*, 44–57. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.01.012>
- Radford, L., Edwards, L., & Arzarello, F. (2009). Introduction: Beyond words. *Educational Studies in Mathematics, 70*(2), 91–95. <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9172-y>
- Rasmussen, C., Stephan, M., & Allen, K. (2004). Classroom mathematical practices and gesturing. *Journal of Mathematical Behavior, 23*(3), 301–323. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2004.06.003>
- Reynolds, F. J., & Reeve, R. A. (2001). Gesture in collaborative mathematics problem-solving. *Journal of Mathematical Behavior, 20*(4), 447–460. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(02\)00091-3](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(02)00091-3)
- Sapa'at, A. (2020). Pengembangan Keterampilan Berpikir Matematis Melalui Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan Dompot Dhuafa, 10*(1), 15–19.
- Wakefield, E. M., Carrazza, C., Hemani-Lopez, N., Plath, K., & Goldin-Meadow, S. (2021). Children integrate speech and gesture across a wider temporal window than speech and action when learning a math concept. *Cognition, 210*(January), 104604. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104604>
- Walsh, J. B., & Hord, C. (2019). Using Gestures and Diagrams to Support Students With Learning Disabilities Enrolled in Algebra II. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal, 17*(1), 59–75.
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychometric Bulletin & Review, 9*(4), 625–636.