

Analisis kesalahan mahasiswa calon guru matematika dalam menyelesaikan masalah optimasi selama perkuliahan daring

Kurnia Noviantati*, Agustin Ernawati

STKIP Al Hikmah Surabaya

*Penulis Korespondensi: kurnia.noviantati@gmail.com

Abstract. Problem solving as essential daily life skill is important to be taught and provided to students, especially prospective mathematics teachers. Through Linear Program this qualitative study aims to describe the types of errors of prospective mathematics teacher students in solving optimization problems during online learning. Involving nine students of mathematics prospective teacher in the fourth semester this study used test and interview in collecting data. Based on the result of doing the test in the form of open-closed question of optimization problems, the subjects were interviewed in a semi-structured interview. The results of data analysis show that the types of errors made by the subject were conceptual and technical errors. Conceptual errors that occurred include being unable to apply or forgetting the concept of the probing line method, incorrectly making a mathematical model, being unable to determine or forgetting the concept of the variable to be used in the simplex method. Meanwhile, the technical error that occurred was error on doing calculation. These results imply that teachers need to familiarize students with solving similar problems and designing effective learning based on the types of errors found.

Keywords: errors analysis; problem solving; linear programming; prospective mathematics teachers

1. Pendahuluan

Kemampuan menyelesaikan masalah merupakan bagian yang sangat penting dalam belajar matematika, karena selain menjadi sasaran belajar tetapi juga sebagai alat belajar matematika (NCTM, 2000). Kemampuan menyelesaikan masalah dapat menjadi sarana dalam mengasah cara berpikir dan mengambil keputusan, kebiasaan tekun dan terampil, keingintahuan, serta peningkatan kepercayaan diri. Oleh karena itu, kemampuan menyelesaikan masalah dijadikan fokus pembelajaran matematika dari sekolah dasar hingga perguruan tinggi (Widjajanti, 2009). Dengan demikian, kemampuan menyelesaikan masalah matematika dapat terus dilatihkan dalam kegiatan pembelajaran.

Masalah yang terjadi di sekitar peserta didik, pada dasarnya dapat dikaitkan dengan masalah matematika. Masalah tersebut dapat diberikan melalui beragam pembelajaran yang menarik dan disesuaikan dengan kondisi kemampuan peserta didik. Di samping itu, semua topik matematika jugadapat diajarkan melalui pemberian masalah. Namun demikian, tidak semua peserta didik mampu menyelesaikan masalah dengan baik. Kesulitan peserta didik dapat diketahui dari jawaban soal latihan ataupun tes. Berdasarkan hasil jawaban tersebut, guru dapat menemukan kemungkinan kesalahan yang dilakukan peserta didik dalam menyelesaikan masalah. Beberapa hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kesalahan yang sering terjadi disebabkan oleh kesalahan pemodelan atau proses

kalkulasi (Irawati, 2015; Santoso, 2017; Haryanti, M.D., Herman, T. & Prabawanto, S, 2019; Fitriatien, 2019). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa, kesalahan tidak hanya terjadi pada peserta didik tetapi juga pada mahasiswa.

Kesalahan dapat dibedakan menjadi 3, yaitu kesalahan konseptual, prosedural, dan teknik (Kastolan, 1992). Kesalahan konseptual didefinisikan sebagai kesalahan dalam menafsirkan istilah, sifat, fakta, konsep, dan prinsip. Terdapat 2 indikator dalam kesalahan konsep (Sulistyaningsih & Rakhmawati, 2017), yaitu: a) tidak dapat memilih rumus dengan benar atau lupa terhadap rumus yang digunakan dan b) tidak dapat menerapkan rumus tersebut dengan benar. Kesalahan prosedural didefinisikan sebagai kesalahan dalam menyusun langkah-langkah yang hierarkis sistematis untuk menjawab suatu masalah. Terdapat 2 indikator dalam kesalahan prosedural (Sulistyaningsih & Rakhmawati, 2017), yaitu: a) tidak sesuai langkah penyelesaian soal dengan yang diperintahkan dan b) tidak dapat menyelesaikan soal sampai pada bentuk paling sederhana. Sementara kesalahan teknik didefinisikan sebagai kesalahan dalam menuliskan variabel dan kesalahan dalam memahami masalah yang diberikan. Terdapat 2 indikator dalam kesalahan teknik (Sulistyaningsih & Rakhmawati, 2017), yaitu: a) salah menghitung nilai dari suatu operasi hitung dan b) salah dalam penulisan, seperti konstanta/variabel yang terlewat atau salah memindahkan konstanta/variabel pada langkah tertentu.

Program linier merupakan salah satu mata kuliah wajib yang ditempuh oleh mahasiswa calon guru matematika. Program linier adalah teknik matematika untuk memilih program terbaik dari kumpulan alternatif yang mungkin dengan menggunakan fungsi linier. Masalah dalam program linier merupakan masalah optimasi bersyarat, yaitu menentukan nilai maksimum atau minimum suatu fungsi tujuan dengan kendala yang harus dipenuhi. Kendala dalam masalah optimasi tidak selalu berbentuk pertidaksamaan yang seragam, tetapi dalam kasus tertentu dapat berbentuk persamaan, atau bahkan dalam kasus lain terdapat kendala pertidaksamaan berbentuk \leq dan \geq . Masalah optimasi tersebut sangat berkaitan dengan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang kemungkinan dapat terjadi di sekitar mahasiswa.

Selain menggunakan metode uji titik pojok dan garis selidik, teknik baru yang dipelajari mahasiswa dalam menentukan solusi pada masalah optimasi adalah metode simpleks. Metode simpleks didasarkan pada teknik eliminasi Gauss Jordan yang telah dipelajari pada semester berikutnya. Oleh karena itu, materi prasyarat perlu dikuasai dengan baik. Penentuan solusi masalah optimasi ini dilakukan secara bertahap (iterasi). Hal lain yang perlu diperhatikan oleh mahasiswa sebelum melakukan perhitungan iteratif yaitu mengubah bentuk umum ke dalam bentuk kanonik. Bentuk kanonik yang dimaksud tidak hanya mengubah fungsi kendala ke dalam bentuk persamaan, tetapi setiap fungsi kendala harus diwakili oleh satu variabel basis. Variabel basis menunjukkan sumber daya pada kondisi sebelum ada aktivitas yang dilakukan. Artinya, variabel sehingga mahasiswa tidak hanya didorong untuk menguasai konsep tetapi juga teliti dalam melakukan iterasi. Topik program linier ini bukan merupakan topik yang baru karena telah dipelajari mahasiswa ketika belajar di SMA. Namun demikian, berdasarkan pengalaman penulis selama mengajar, mahasiswa masih menemui kesulitan, baik dalam mencerna maksud soal maupun dalam menyelesaikan masalah yang diberikan. Akibatnya, hasil belajar mahasiswa kurang memuaskan. Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan jenis kesalahan mahasiswa calon guru matematika dalam menyelesaikan masalah optimasi selama perkuliahan daring.

2. Metode

Berdasarkan tujuan penelitian, maka jenis penelitian ini yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kualitatif. Penelitian ini melibatkan 9 mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika semester 4 yang sedang memprogram mata kuliah Program Linier yang selanjutnya disebut S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, dan S9. Penelitian ini dilaksanakan pada semester gasal tahun akademik 2020/2021. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah, yaitu tes tulis dan wawancara. Semua subjek penelitian telah mempelajari cara menyelesaikan masalah optimasi. Pemberian tes tulis ini bertujuan untuk mengetahui jenis kesalahan yang dilakukan subjek penelitian. Tes tulis dilaksanakan secara daring melalui aplikasi

Zoom Meeting dengan kondisi *on camera* dan didampingi oleh penulis selama tes berlangsung sehingga diasumsikan tes dikerjakan secara jujur dan hasil tes menunjukkan kemampuan subjek penelitian dalam menyelesaikan masalah optimasi. Sementara teknik wawancara digunakan untuk mendapatkan informasi tambahan yang tidak diperoleh dari hasil tes tulis. Wawancara dilakukan setelah subjek penelitian menyelesaikan tes tulis. Secara umum, hasil tes kurang memberikan gambaran alur berpikir atau maksud subjek penelitian dalam menyelesaikan masalah optimasi.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 jenis, yaitu instrumen utama dan instrumen pendukung. Instrumen utama, yaitu penulis sendiri sehingga penulis selalu hadir untuk mengamati dan mendampingi subjek penelitian. Sementara, instrumen pendukung yang digunakan adalah lembar tes dan pedoman wawancara. Lembar tes memuat 2 soal optimasi dengan kasus maksimum. Soal pertama berupa soal terbuka dalam cara penyelesaian sehingga subjek penelitian diminta untuk menyelesaikan masalah optimasi dengan 2 dari 3 cara yang telah dipelajari. Sementara soal kedua berupa soal tertutup dan subjek diharuskan menyelesaikan masalah optimasi dengan menggunakan metode simpleks. Indikator setiap jenis kesalahan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil adaptasi dari indikator yang disusun oleh Irawati (2015) dan Sulistyaningsih & Rakhmawati (2017). Adapun indikator dalam kesalahan konseptual meliputi: a) tidak dapat menerapkan atau lupa dengan konsep metode garis selidik, b) salah dalam membuat grafik penyelesaian, c) salah dalam membuat model matematika, dan d) tidak dapat menentukan atau lupa dengan konsep variabel pada yang akan digunakan pada metode simpleks. Indikator dalam kesalahan prosedural, yaitu: a) tidak sesuai langkah penyelesaian masalah dengan metode yang dipilih (metode uji titik, garis selidik, atau simpleks), dan b) tidak dapat menyelesaikan masalah sampai pada bentuk paling sederhana. Sementara indikator dalam kesalahan teknik, yaitu: a) salah dalam melakukan operasi hitung dan b) salah dalam penulisan tanda bilangan (positif atau negatif).

Pedoman wawancara yang digunakan bersifat semiterstruktur. Artinya, selain mengacu pada pedoman, pertanyaan yang diberikan menyesuaikan jawaban subjek penelitian. Instrumen penelitian divalidasi oleh 2 validator agar soal tes tersebut layak dan valid digunakan. Analisis data dilakukan melalui 3 tahap, yaitu reduksi, penyajian data, serta analisis serta penarikan simpulan.

3. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menyajikan hasil penelitian dan pembahasan untuk mendeskripsikan jenis kesalahan mahasiswa calon guru matematika dalam menyelesaikan masalah optimasi selama perkuliahan daring. Hasil penelitian Dewantara & Nurgiansah (2021) menunjukkan bahwa tidak semua materi yang disampaikan dapat terserap oleh mahasiswa dengan baik. Selain itu, keterbatasan kuota internet, stabilitas jaringan, dan lain sebagainya juga menjadi kendala lain selama mengikuti perkuliahan daring. Hasil penelitian tersebut tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwa tidak semua mahasiswa dapat mengikuti perkuliahan secara daring dengan baik. Dua dari 9 subjek penelitian dikategorikan jarang mengikuti perkuliahan. Hal ini dikarenakan adanya masalah kesehatan yang dialami, baik terjadi pada diri mahasiswa maupun anggota keluarga mahasiswa. Selain itu, kendala jaringan internet baik yang terjadi pada penulis selaku dosen pengampu ataupun mahasiswa juga menjadi tantangan dalam perkuliahan daring. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi, seperti WAG, Google Classroom, elearning, edmodo, zoom, google meet, dan aplikasi lainnya menjadi alat penunjang terselenggaranya kegiatan belajar mengajar secara jarak jauh (Habibah, et al, 2020). Dalam penelitian ini, penulis menggunakan Zoom, Whatsapp Group (WAG), dan Google Classroom (GC) selama perkuliahan. Melalui Zoom, perkuliahan dapat bersifat sinkronus. Artinya, dosen dan mahasiswa dapat saling berinteraksi pada waktu yang sama. Sementara, ketika menggunakan WAG dan GC, mahasiswa dapat merespons penjelasan/instruksi di waktu dan tempat yang berbeda. Selama menggunakan WAG, penulis mengirimkan hasil tangkapan setiap *slide* kemudian diikuti dengan penjelasan tambahan. Namun, tidak semua mahasiswa dapat berpartisipasi aktif, baik dalam merespons pertanyaan yang diberikan atau mengajukan pertanyaan lain. Tabel 1 menyajikan jenis kesalahan yang

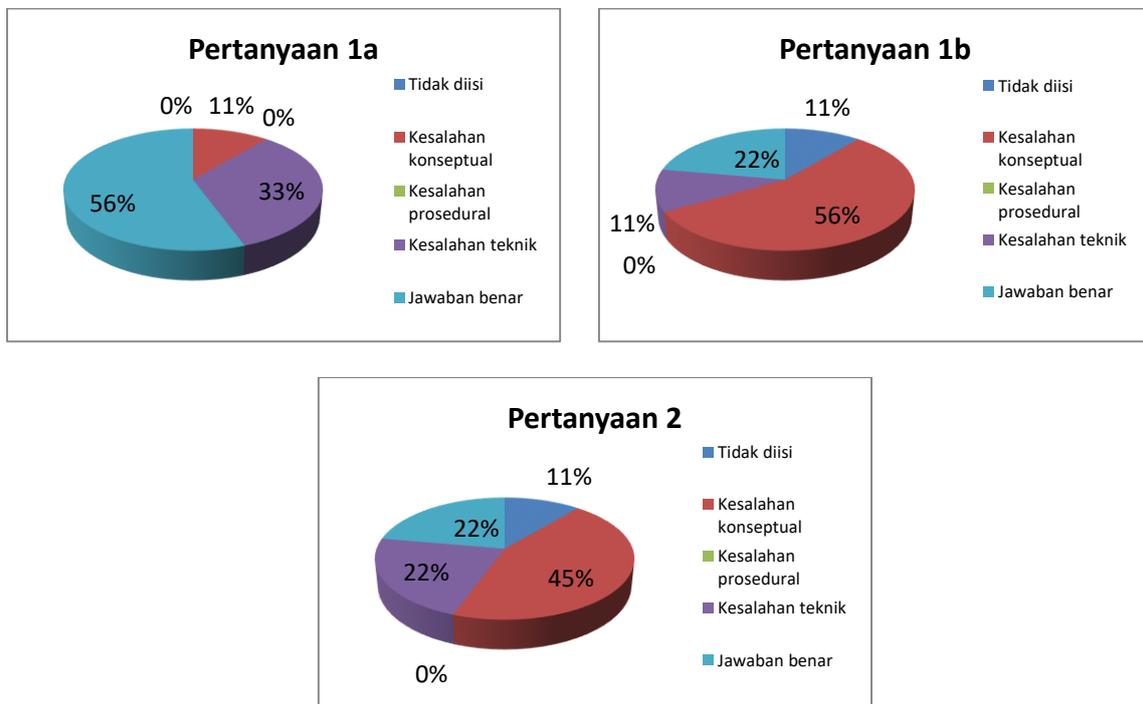
dilakukan subjek penelitian dalam menyelesaikan 2 masalah optimasi, baik dengan menggunakan metode uji titik, garis selidik, atau simpleks.

Tabel 1. Jenis Kesalahan Subjek Penelitian

Subjek	Nomor Soal		
	1a	1b	2
S1	3	3	3
S2	4	4	4
S3	3	1	1
S4	4	0	0
S5	4	4	4
S6	1	1	1
S7	4	1	1
S8	4	1	1
S9	3	1	3

Keterangan:

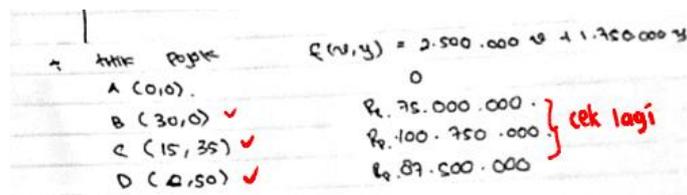
- 0 : Tidak diisi
- 1 : Kesalahan konseptual
- 2 : Kesalahan prosedural
- 3 : Kesalahan teknik
- 4 : Jawaban benar



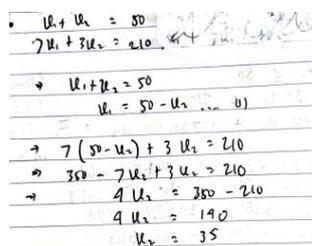
Gambar 1. Sebaran Jenis Kesalahan Subjek Penelitian

Merujuk pada jenis kesalahan yang dirumuskan oleh Kastolan (1992), Gambar 1 menunjukkan 2 jenis kesalahan yang muncul. Jenis kesalahan mulai banyak ditemukan pada pertanyaan 1b dan pertanyaan 2. Jika diperhatikan, Gambar 1 pada pertanyaan 1a menunjukkan bahwa semua subjek penelitian menjawab pertanyaan soal nomor 1a dan sebesar 56% subjek mampu menyelesaikan masalah

dengan benar. Semua subjek menggunakan metode uji titik pojok untuk menjawab soal 1a. Adapun jenis kesalahan yang paling banyak ditemukan pada soal 1a adalah kesalahan teknik, khususnya dalam melakukan operasi hitung, yaitu sebesar 33%. Gambar 2 merupakan contoh jawaban S1 ketika salah melakukan operasi hitung untuk menentukan solusi.

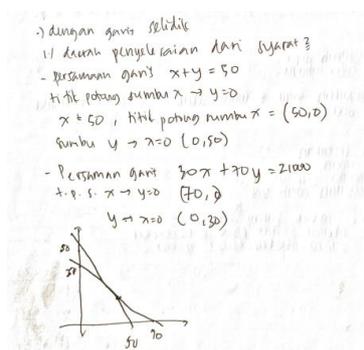


Gambar 2. Contoh Jenis Kesalahan Teknik pada Pertanyaan 1a



Gambar 3. Contoh Jenis Kesalahan Konseptual pada Pertanyaan 1a

Sementara jenis kesalahan lain yang ditemukan pada soal 1a adalah kesalahan konseptual, yaitu sebesar 11%. Gambar 3 merupakan contoh kesalahan konseptual yang dilakukan oleh S6. Berdasarkan hasil wawancara, S6 menyampaikan bahwa cara menyelesaikan masalah optimasi yang memuat sistem pertidaksamaan linier sama dengan menyelesaikan masalah pada sistem persamaan linier. Tampak pada Gambar 3, S6 menggunakan metode substitusi untuk menjawab pertanyaan 1a, yaitu mengganti x_1 dengan $50 - x_2$.



Gambar 4. Contoh Jenis Kesalahan Konseptual pada Pertanyaan 1b dengan Metode Garis Selidik

(1)

$$z - 250000u_1 - 1750000u_2 = 0$$

$$u_1 + u_2 + s_1 = 50$$

$$70u_1 + 30u_2 + s_2 = 2100$$

$$u_1, u_2, s_1, s_2 \geq 0$$

ex: * \rightarrow di Kali 10³ Cek tanda.

Basis	z	u_1	u_2	s_1	s_2	RHS	Ind
z	1	2500*	1750*	0	0	0	
s_1	0	1	1	1	0	50	
s_2	0	70	30	0	1	2100	

Gambar 5. Contoh Jenis Kesalahan Konseptual pada Pertanyaan 1b dengan Metode Simpleks

Selanjutnya, metode yang digunakan subjek penelitian dalam menjawab pertanyaan 1b mulai beragam, yaitu metode garis selidik sebanyak 3 subjek dan metode simpleks sebanyak 4 subjek. Sementara 1 subjek tidak mengisi dan 1 subjek lainnya menggunakan cara yang tidak tepat sehingga terkategori dalam subjek yang melakukan kesalahan konseptual. Ketiga subjek yang menggunakan metode garis selidik melakukan jenis kesalahan yang sama, yaitu kesalahan konseptual. Ketiga subjek tersebut lupa dengan konsep metode garis selidik sehingga tidak mampu menentukan solusi masalah optimasi yang diberikan. Gambar 4 menunjukkan jawaban S3 yang terhenti pada mensketsa garis $30x + 70y = 2100$ dan $x + y = 50$. Kesalahan konseptual juga terjadi pada salah satu subjek, yaitu S7 yang menggunakan metode simpleks. Gambar 5 menunjukkan jawaban S7 yang salah menginputkan koefisien variable keputusan pada fungsi tujuan ke dalam tablo simpleks. Berdasarkan hasil wawancara, S7 menyebutkan bahwa S7 lupa/kurang paham, jika menjumpai masalah maksimum, maka koefisien yang diinputkan ke dalam tablo simpleks bernilai negatif atau positif. Hal ini mengakibatkan kesalahan perhitungan pada tahap berikutnya. Dengan demikian, kesalahan yang paling banyak dilakukan subjek pada soal 1b adalah kesalahan konseptual, yaitu sebesar 56%. Selain itu, jenis kesalahan teknik juga masih ditemukan pada pertanyaan soal no 1b, yaitu sebesar 11% dan sebesar 22% atau 2 subjek penelitian, yaitu S2 dan S5 mampu menyelesaikan masalah optimasi dengan benar.

Tidak jauh berbeda dengan hasil pertanyaan nomor 1b, kesalahan konseptual merupakan jenis kesalahan yang sering dilakukan oleh subjek penelitian pada pertanyaan 2 yang ditunjukkan dengan hasil persentase sebesar 45%. Selain salah dalam menginputkan koefisien variabel keputusan dalam tablo simpleks, juga salah dalam membuat model matematika sehingga berpengaruh pada perhitungan di tahap berikutnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Sebesar 22% subjek mampu menyelesaikan masalah optimasi dengan benar, dan 22% melakukan kesalahan teknik, yaitu kesalahan dalam melakukan operasi hitung, seperti yang dapat dilihat pada gambar berikut. Gambar 7 menunjukkan salah satu jenis kesalahan teknik, yaitu salah hitung yang melibatkan operasi baris elementer.

(b)

$$\text{Max } z = 100x_1 + 120x_2$$

$$\text{s.t. } 3x_1 + 2x_2 \leq 200$$

$$2x_1 + 9x_2 \leq 300$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Gambar 6. Contoh Jenis Kesalahan Konseptual pada Pertanyaan 2

Gambar 7. Contoh Jenis Kesalahan Teknik pada Pertanyaan 2

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan sebelumnya, terdapat 2 jenis kesalahan yang muncul di semua pertanyaan, padahal masalah optimasi pada pertanyaan pertama tergolong masalah yang sederhana dan subjek dapat menentukan teknik yang dikuasai untuk menyelesaikan masalah optimasi tersebut. Hasil wawancara menunjukkan bahwa kesalahan teknik terjadi karena bilangan yang terlalu besar sehingga muncul kesulitan dalam proses perhitungan. Sementara kesalahan konseptual terjadi karena kurang dapat memahami masalah yang diberikan atau kurang cermat dalam membaca masalah sehingga berdampak pada kesalahan dalam membuat model matematika.

4. Penutup

Jenis kesalahan mahasiswa calon guru matematika dalam menyelesaikan masalah optimasi selama perkuliahan daring adalah kesalahan konseptual dan kesalahan teknik. Kesalahan konseptual yang terjadi meliputi, tidak dapat menerapkan atau lupa dengan konsep metode garis selidik, salah dalam membuat model matematika, tidak dapat menentukan atau lupa dengan konsep variabel pada yang akan digunakan pada metode simpleks. Sementara kesalahan teknik yang terjadi, yaitu salah dalam melakukan operasi hitung. Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, 2 dari 9 subjek penelitian, yaitu S2 dan S5 yang mampu menyelesaikan masalah optimasi dengan benar. S1 melakukan 1 jenis kesalahan, yaitu kesalahan teknik khususnya kesalahan dalam melakukan operasi hitung. S4, S6, S7, S8 juga melakukan 1 jenis kesalahan yang sama, yaitu kesalahan konseptual. Sementara 2 subjek lainnya, yaitu S3 dan S9 melakukan 2 jenis kesalahan yaitu, kesalahan konseptual dan kesalahan teknik. Berdasarkan simpulan tersebut, penting bagi dosen untuk memberikan latihan secara rutin agar mahasiswa terbiasa dalam menyelesaikan masalah khususnya dengan menggunakan metode simpleks. Selain itu, dosen perlu merancang pembelajaran yang lebih efektif untuk mengatasi kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah optimasi, khususnya selama perkuliahan daring.

Daftar Pustaka

- Dewantara, J. A., & Nurgiansah, T. H. (2021). Efektivitas Pembelajaran Daring di Masa Pandemi COVID 19 Bagi Mahasiswa Universitas PGRI Yogyakarta. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 367-375.
- Fitriatien, S. R. (2019). Analisis Kesalahan dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Berdasarkan Newman. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 4(1), 53-64.
- Habibah, R., Salsabila, U. H., Lestari, W. M., Andaresta, O., & Yulianingsih, D. (2020). Pemanfaatan teknologi media pembelajaran di masa pandemi covid-19. *Trapsila: Jurnal Pendidikan Dasar*, 2(02), 1-13.
- Haryanti, M. D., Herman, T., & Prabawanto, S. (2019). Analysis of Students' Error in Solving Mathematical Word Problems in Geometry. *Journal of Physics: Conference Series* 1157(4), 042084
- Irawati, S. (2015). Analisis Kesalahan Mahasiswa Calon Guru Matematika dalam Memecahkan Masalah Program Linier. *Sigma*, 1(1), 29-34.
- Kastolan. (1992). *Identifikasi Jenis-jenis Kesalahan Menyelesaikan Soal-soal Matematika yang Dilakukan Peserta Didik kelas II Program A1 SMA Negeri Se-Kotamadya Malang*. Malang: IKIP

Malang.

NCTM. (2000). *Prinsiples and Standards for School Mathematics*. Reston: NCTM

Santoso, D. A., Farid, A., & Ulum, B. (2017). Error Analysis of Students Working about Word Problem of Linear Program With NEA Procedure. *Journal of Physics: Conference Series* 855(1), 012043.

Sulistyaningsih, A., & Rakhmawati, E. (2017). Analisis Kesalahan Siswa Menurut Kastolan dalam Pemecahan Masalah Matematika. *Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika UNY*, 123–130.

Widjajanti, D. B. (2009). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Mahasiswa Calon Guru Matematika: Apa dan Bagaimana Mengembangkannya. *Seminar Nasional FMIPA UNY* (Vol. 5).

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ketua STKIP Al Hikmah Surabaya, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat STKIP Al Hikmah, serta Ketua Prodi S1 Pendidikan Matematika yang telah mendukung dalam memberikan izin untuk mengadakan penelitian. Tak lupa ucapan terima kasih atas kesediaan Mahasiswa Prodi S1 Pendidikan Matematika Angkatan 2019 yang memprogram mata kuliah Program Linier.