



KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MAHASISWA PADA APLIKASI TURUNAN (MAKSIMUM DAN MINIMUM) BERBANTUAN GEOGEBRA

¹⁾Nurina Kurniasari Rahmawati, ²⁾Arie Purwa Kusuma, ³⁾Arfatin Nurrahmah

^{1,2)}Program Studi Pendidikan Matematika, STKIP Kusuma Negara, Jakarta

³⁾Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Indraprasta, Jakarta

nurinakr@stkipkusumanegara.ac.id

Abstract

Received :

21/11/2022

Accepted :

11/01/2023

Published :

30/01/2023

Students' problem solving abilities are still very low, this can be seen in the derivative application material (maximum and minimum). The purpose of this study is to find out how students' problem solving skills in derivative applications (maximum and minimum) are geogebra-assisted. The method used in this study is qualitative research method. The subjects in this study were students of STKIP Kusuma Negara Jakarta who had attended the course or who were following the calculus I course, namely there were 6 students with purposive sampling techniques. The instrument in this study is the researchers themselves, tests to measure problem solving skills and interview guidelines. Data collection techniques are conducted with interviews, observation and documentation. Data analysis techniques performed with data reduction steps, data display, data interpretation, conclusion drawing/verification. Presentation of data The results of the study showed that there is an improvement in student learning outcomes with the existence of mathematical modeling, especially in students with moderate and low problem solving skills, where students have been able to meet four indicators of problem solving, because students still need help in turning problems in problems into mathematical forms. And students with low problem solving skills only meet two problem solving indicators, because students must strive to understand the problems contained in the problem, then need to be directed in order to turn the problem into a form of mathematics.

Keywords: problem solving skills, calculus I, geogebra

Abstrak

Kemampuan pemecahan masalah mahasiswa masih sangat rendah, hal ini terlihat pada materi aplikasi turunan (maksimum dan minimum). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana kemampuan pemecahan masalah siswa pada aplikasi turunan (maksimum dan minimum) berbantuan geogebra. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kualitatif. Subyek dalam penelitian ini adalah mahasiswa STKIP Kusuma Negara Jakarta yang pernah mengikuti mata kuliah atau yang sedang mengikuti mata kuliah kalkulus I yaitu sebanyak 6 mahasiswa dengan teknik purposive sampling. Instrumen dalam penelitian ini adalah peneliti sendiri, tes untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah dan pedoman wawancara. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan wawancara, observasi dan dokumentasi. Teknik analisis data dilakukan dengan langkah reduksi data, penyajian data, interpretasi data, penarikan kesimpulan/verifikasi. penyajian data Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan hasil belajar siswa dengan adanya pemodelan matematika khususnya pada siswa dengan kemampuan pemecahan masalah sedang dan rendah, dimana siswa sudah mampu memenuhi empat indikator pemecahan masalah, karena siswa masih membutuhkan bantuan dalam mengubah masalah dalam bentuk matematika. Dan siswa dengan kemampuan pemecahan masalah yang rendah hanya memenuhi dua indikator pemecahan masalah, karena siswa harus berusaha untuk memahami masalah yang terdapat dalam masalah, kemudian perlu diarahkan agar dapat mengubah masalah ke dalam bentuk matematika.

Kata Kunci: kemampuan pemecahan masalah, kalkulus I, geogebra

1. Pendahuluan

Matematika merupakan disiplin ilmu yang mempelajari tentang ilmu bilangan, pengukuran, bentuk-bentuk geometris, aljabar, kalkulus, aritmatika, statistika juga peluang. Materi-materi dalam matematika tersebut berguna bagi kehidupan manusia, salah satunya kalkulus differensial, karena selain dapat meningkatkan daya kreatif, konsep matematika tentang turunan, serta daya pikir yang lebih terstruktur. Kalkulus differensial juga dapat diaplikasikan untuk memprediksi masalah maksimum dan minimum, dapat juga diterapkan pada bidang lain seperti fisika dan ilmu yang lain. Kalkulus differensial dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan hidup sehari-hari, misalnya dalam memprediksi keuntungan maksimum yang dapat diperoleh dengan modal yang ada, biaya produksi minimum dengan bahan baku yang tersedia. Tetapi tidak semua mahasiswa dapat dengan mudah menyelesaikan persoalan yang berkaitan dengan turunan, khususnya pada aplikasi turunan yaitu masalah maksimum dan minimum.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara pada tanggal 10 september 2021 yang dilakukan kepada mahasiswa jurusan pendidikan matematika mahasiswa semester 3, diperoleh gambaran mengenai kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menyelesaikan soal terkait kalkulus diferensial terjadi karena kurangnya pemahaman terhadap konsep dasar yang harus dikuasai mahasiswa seperti pada materi materi turunan, beberapa mahasiswa belum sepenuhnya paham dengan konsep differensial, terutama jika tentang differensial dengan aturan rantai. Berdasarkan hasil wawancara, diperoleh informasi bahwa mahasiswa sering mengalami *missskonsepsi* jika dihadapkan pada soal kalkulus differensial, terutama jika soal tersebut adalah soal penerapan differensial, tentang maksimum dan minimum. Menurut Sriyanti, A., *et al.*, (2019) menyatakan bahwa kesulitan yang dialami mahasiswa dalam mempelajari mata kuliah kalkulus disebabkan lemahnya materi parasyarat yang dimiliki oleh mahasiswa, kurang menguasai konsep dasar dari kalkulus sehingga menyebabkan sering terjadi kesalahan dalam menyelesaikan soal-soal kalkulus. Jika diberikan permasalahan yang berkaitan dengan masalah yang sering dihadapi pada kehidupan sehari-hari, mahasiswa masih sering bingung dalam mengubah permasalahan kedalam bentuk model matematika sehingga mengakibatkan hasil belajar yang diperoleh masih rendah. Hal tersebut juga dapat dilihat berdasarkan hasil UAS (Ujian Akhir Semester) mahasiswa Pendidikan Matematika STKIP Kusuma Negara Jakarta pada tahun ajaran 2018/2019 dan 2019/2020 dimana pada tahun ajaran 2019/2020 menurun dari tahun sebelumnya, artinya bahwa dengan masih

rendahnya hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah kalkulus, yang berarti bahwa kemampuan pemecahan masalah mahasiswa masih rendah, dikarenakan kemampuan pemecahan masalah mahasiswa merupakan kemampuan yang lebih kompleks.

Kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kalkulus differensial dapat ditingkatkan dengan sering memberikan latihan-latihan soal dari yang dasar sampai yang memerlukan analisis lebih dalam, atau juga dapat menggunakan media pembelajaran misalnya *geogebra* agar mahasiswa dapat lebih mudah dalam mengetahui bentuk grafik fungsi dari model matematika yang dibuat dari persoalan yang diberikan. *One of the most crucial components of studying mathematics is problem-solving. However, certain research findings show that Indonesian pupils' problem-solving abilities are still limited* (Nahdi et al., 2020).

Mendukung pembelajaran siswa tentang proses dan aturan matematika adalah tugas utama guru di sekolah (Niklas et al., 2016). Begitu juga di Perguruan Tinggi, dosen harus mendukung pembelajaran mahasiswa tentang proses dan aturan matematika, namun tidak sepenuhnya adalah tugas dosen, mahasiswa juga turut andil di dalamnya. Terlebih lagi dengan kondisi saat ini yang tidak dapat melakukan pembelajaran langsung secara 100%, peran mahasiswa dalam pembelajaran menjadi lebih penting dan sangat membutuhkan perhatian agar hasil belajar mahasiswa sesuai dengan harapan. Dalam *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*, NCTM (2000) menempatkan *problem solving* (pemecahan masalah) sebagai visi utama pendidikan matematika disamping penalaran, komunikasi dan koneksi. *Problem solving* merupakan suatu proses kompleks yang melibatkan beberapa operasi kognitif seperti mengumpulkan dan menyeleksi informasi, strategi heuristik dan metakognisi. Ada dua keterampilan metakognitif penting dalam *problem solving* yaitu monitoring diri dan perencanaan. Yadnya et al., (2020) menyatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah siswa sangat diperlukan dalam menyelesaikan pertanyaan yang berisi masalah, seperti permasalahan atau soal-soal matematika. Hendriana & Soemarmo (2014) mengatakan bahwa penugasan matematika dapat dikatakan sebagai masalah matematika jika tidak dapat menemukan jalan keluarnya, tetapi melalui kegiatan lain yang relevan. Kemampuan pemecahan masalah diperlukan agar dapat mencari solusi dari suatu permasalahan matematika yang diberikan. Arwizet & Saputra (2019) menyatakan bahwa tantangan dalam dunia pendidikan di era ini adalah bagaimana mempersiapkan sumber daya manusia yang kelak tidak diganti dengan mesin. Saat ini, banyak pekerjaan rutin dan harian telah diambil alih oleh mesin.

Di masa depan, pekerjaan yang masih belum bisa diambil alih oleh mesin dan robot adalah pekerjaan yang membutuhkan kemampuan menganalisis, membuat keputusan, berkolaborasi, dan berkomunikasi untuk melakukannya.

Anwarudin & Dafik (2019) mengatakan bahwa proses pembelajaran bertujuan untuk memberikan pengaruh atau dampak pada tahap penerapan berupa pemecahan masalah, penggabungan, pemisahan, dan persiapan antar konsep. Polya (2014) menyarankan empat langkah pemecahan masalah yakni memahami masalah, merencanakan pemecahan, melaksanakan rencana, dan melihat kembali. *National Council of Teachers of Mathematics* (1989) memberikan indikator kemampuan pemecahan masalah sebagai, (a) mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, yang ditanyakan, dan kecukupan unsur yang diperlukan; (b) merumuskan masalah matematik atau menyusun model matematika; (c) menerapkan strategi untuk menyelesaikan berbagai masalah (sejenis dan masalah baru) dalam atau di luar matematika; (d) menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan asal; (e) menggunakan matematika secara bermakna. Penelitian ini kemampuan pemecahan masalah diukur berdasarkan indikator dari NCTM.

Banyak penelitian mengungkapkan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematika menjadi tantangan untuk dibelajarkan, dikembangkan dan dibiasakan pada peserta didik di semua level pendidikan. Salah satunya terletak pada praktik pembelajaran pengajar terutama dalam penguasaan dan pengelolaan kelas diantaranya adalah karakteristik tugas yang diberikan pada peserta didik, kegiatan belajar yang melibatkan peserta didik, jenis evaluasi yang dijalankan, hukuman dan penghargaan yang diberlakukan, iklim dan suasana kelas yang diciptakan, dan pembiasaan berpikir logis reflektif analisis (Goethals, 2013; Oktaviyanthi, 2017; Lorenzen, 2017).

Rendahnya kemampuan pemecahan masalah mahasiswa disebabkan oleh faktor kesulitan dalam memahami kalimat-kalimat dalam soal, mahasiswa tidak dapat membedakan informasi yang diketahui dan permintaan soal, mengalami kesulitan dalam menggunakan pengetahuan yang diketahui, lemahnya strategi dalam mengubah kalimat cerita menjadi kalimat matematika, dan menggunakan cara-cara yang berbeda-beda dalam merencanakan penyelesaian suatu masalah. Perkembangan teknologi informasi, khususnya software aplikasi matematika seperti *Geometer's Sketchpad*, *Cabri*, *Maple*, *Derive*, *Autograph* sering digunakan dalam penyelesaian topik matematika dan pembelajaran Matematika, hal ini dimaksudkan agar efektivitas, efesiensi dalam

penyelesaian masalah matematika dan pembelajaran matematika tercapai. Habinuddin, E., & Binarto, A. (2018). Penggunaan perangkat lunak tersebut merupakan perangkat lunak yang sifatnya berbayar sehingga pengguna mempunyai kendala ketika memanfaatkannya. Sekarang terdapat program aplikasi matematika yang bebas digunakan tanpa melanggar hak cipta. Program aplikasi itu adalah *Geogebra*. *Software Geogebra* ini menggabungkan kemampuan dua macam program aplikasi matematika berupa *Dynamic Geometry Software* (DGS–perangkat lunak geometri dinamis) seperti *Geometer's Sketchpad*, *Cabri* dan *Computer Algebra Systems* (CAS– sistem aljabar komputer) seperti *Derive* dan *Maple*. Salah satu media interaktif yang dapat digunakan adalah *Geogebra*. *Geogebra* adalah sebuah *software* sistem geometri dinamis sehingga dapat mengkonstruksikan titik, vektor, ruas garis, garis, irisan kerucut, bahkan fungsi dan mengubahnya secara dinamis. Purwanti et al., (2016) Dengan menggunakan media pembelajaran *Geogebra* dapat memudahkan proses belajar mengajar matematika dan membuat kegiatan belajar mengajar menjadi menarik dan tidak monoton.

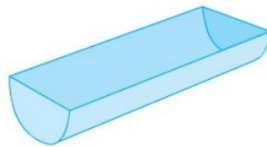
Tujuan penelitian ini adalah: 1. Mengetahui kemampuan pemecahan masalah mahasiswa khususnya pada aplikasi turunan (maksimum dan minimum), 2. Mengetahui apakah kemampuan pemecahan masalah mahasiswa meningkat dengan bantuan *Geogebra*.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian kualitatif deskriptif. Kualitatif deskriptif di sini menjabarkan tentang kemampuan pemecahan masalah mahasiswa dalam menyelesaikan soal aplikasi turunan (maksimum dan minimum) dengan bantuan *geogebra*. Instrumen dalam penelitian ini adalah tes dan pedoman wawancara tidak terstruktur. Teknik pengumpulan datanya dilakukan dengan memberikan soal pemecahan masalah pada aplikasi turunan (maksimum dan minimum), kemudian data dianalisis sesuai indikator kemampuan pemecahan masalah, setelah itu dilakukan wawancara dari hasil analisis sesuai indikator pemecahan masalah secara lebih mendalam. *Geogebra* diterapkan ketika memberikan materi tentang aplikasi turunan (maksimum dan minimum), dimana *geogebra* di sini membantu mahasiswa dalam menggambarkan atau mensketsakan permasalahan yang ada dalam soal, sebagai contoh yaitu mensketsa bangun ruang setengah tabung, dengan menggunakan aplikasi *geogebra*, sehingga dengan menggunakan aplikasi *geogebra* mahasiswa menjadi lebih mudah dalam memahami persoalan yang ada dalam soal. Penelitian ini difokuskan pada “Kemampuan

pemecahan masalah Mahasiswa pada aplikasi turunan (maksimum dan minimum) berbantuan geogebra” yang objek utamanya merupakan mahasiswa STKIP Kusuma Negara yang sudah atau sedang menempuh mata kuliah kalkulus differensial. Dalam mengkategorikan kemampuan pemecahan masalah digunakan rumus standard deviasi ideal dan mean ideal. Skor maksimal ideal = $3 \times$ skor maksimal, Mean ideal = $0,5 \times$ skor maksimum ideal, DS ideal = $1/3 \times$ mean ideal, titik tengah kategori sedang terletak pada mean, SUD (skala unit deviasi) = $1,5$ DS dan batas bawah kategori sedang = M, Skor dibawah mean termasuk kategori rendah, sedangkan batas atas sedang = $M + 1$ SUD. Berikut adalah soal yang digunakan dalam memperoleh data penelitian.

1. Biaya operasi sebuah truk tertentu adalah $25 + \frac{x}{4}$ rupiah tiap kilo meter jika truk berjalan pada x km/jam. Sebagai tambahan, supir memperoleh Rp 120 tiap jam. Berapa laju yang paling ekonomis untuk mengoperasikan truk pada jarak tempuh 400 km jika laju jalan raya harus antara 40 dan 55 km/jam
2. Bak air logam dengan ujung setengah lingkaran yang sama dan bagian atas terbuka berkapasitas 128π kaki kubik. tentukan radius r dan panjang h jika bak membutuhkan material paling sedikit untuk konstruksinya



Data dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini adalah dokumentasi pekerjaan mahasiswa dan hasil wawancara terhadap beberapa mahasiswa untuk menggali informasi yang diperlukan dalam penelitian. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dalam bentuk yang sudah jadi, sudah dikumpulkan, dan telah diperoleh oleh pihak lain, dalam penelitian ini data sekunder berupa hasil penelitian terdahulu yang telah dipublikasi. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dengan triangulasi data yaitu observasi, wawancara dan dokumentasi. Keabsahan data dilakukan untuk membuktikan apakah penelitian yang dilakukan benar-benar merupakan penelitian ilmiah sekaligus untuk menguji data yang diperoleh. Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi: reduksi data (*data reduction*) yaitu dengan menganalisis soal yang telah dikerjakan mahasiswa, kemudian dilakukan wawancara dan berdasarkan observasi, maka data yang diperoleh dipilih, mana yang akan digunakan dan mana yang akan dibuang, penyajian data (*data display*), dalam penelitian

ini data disajikan dengan naratif deskriptif, interpretasi data (*data interpretation*), serta penarikan kesimpulan dan verifikasi (*conclusion drawing/ verification*).

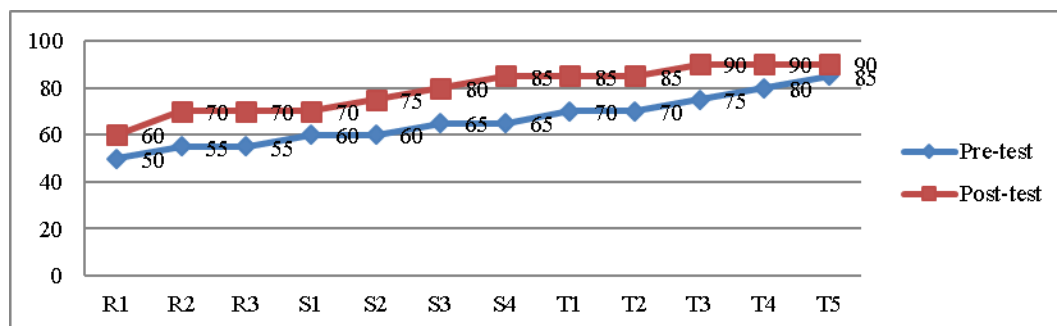
3. Hasil dan Pembahasan

Data dalam penelitian ini meliputi: data kemampuan pemecahan masalah mahasiswa dan data hasil wawancara. Data kemampuan pemecahan masalah yang dianalisis berdasarkan kategori kemampuan pemecahan masalah awal tinggi, sedang dan rendah. Berdasarkan hasil tes awal diperoleh kemampuan pemecahan masalah awal mahasiswa berdasarkan masing-masing kategori tinggi (T) berjumlah 5 selanjutnya pada kategori sedang (S) berjumlah 3 dan yang terakhir pada kategori rendah (R) berjumlah 4 dengan hasilnya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Sebaran Kemampuan Pemecahan Masalah Awal Mahasiswa

Kategori	Tinggi	Sedang	Rendah	Jumlah
Jumlah	5 (41,67%)	3 (25%)	4 (33,33%)	12

Hasil pretest dan posttest mahasiswa dalam pemecahan masalah soal aplikasi turunan (maksimum dan minimum) berbantuan geogebra dapat dilihat pada Diagram 1.



Gambar 1. Diagram Sebaran Kemampuan pemecahan masalah Pre-test dan Post-test mahasiswa

Selanjutnya dianalisis hasil jawaban mahasiswa pada masing-masing kategori dengan mengambil masing-masing 1 mahasiswa, untuk dianalisis lebih mendalam.

Tabel 2 Kriteria Penskoran Kemampuan Pemecahan Masalah Awal Mahasiswa

No	Skor	Kategori Kemampuan
1	$x < 65$	Rendah
2	$65 \leq x \leq 70$	Sedang
3	$x > 70$	Tinggi

3.1 Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah

Mahasiswa dengan Kemampuan Pemecahan Masalah Awal Tinggi

2. Misal : t : biaya total dalam Rupiah untuk menjalankan truk sejauh km/jam. Maka : c : upah sopir + biaya operasi $= \frac{k}{v} (120) + k \cdot 25 = 120 kv^{-1} + 25k$ Minimalkan fungsi biaya (c) terhadap $v \rightarrow$ $\frac{dc}{dv} = 0$ $-120 kv^{-2} = -\frac{k}{v^2}$ $\frac{120k}{v^2} = \frac{k}{v^2}$ $-v^2k = 2(-120)k$ $v^2 = 240$ $v = 16$	4. Diket : $V_{\text{bak air}} = 128 \text{ dm}^3$ Ditanya : $V_{\text{bak air}} = \pi \cdot r^2 \cdot t$ $128 \text{ dm}^3 = \pi \cdot r^2 \cdot t$ $t = 128 / \pi \cdot r^2$ ↳ Luas permukaan Bak air terbuka $L = 2\pi \cdot r^2 + 2\pi \cdot r \cdot t$ ↳ Substitusi (1) dan (2) $L = 2\pi \cdot r^2 + 2\pi \cdot r \cdot t$ $= 2\pi \cdot r^2 + 2\pi \cdot r \cdot 128 / \pi \cdot r^2$ $= 2\pi \cdot r^2 + 256 \cdot r^{-1}$ ↳ Agar didapat luas minimum, maka $L' = 0$ $L = 2\pi \cdot r^2 + 256/r$ $L' = 4\pi \cdot r - 256/r^2$ $4\pi r = 256/r^2$
---	---

Gambar 2. Hasil Pekerjaan Mahasiswa (T)

Berdasarkan hasil jawaban T, pada soal no 2 mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah awal tinggi belum mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, yang ditanyakan, dan kecukupan unsur yang diperlukan tetapi sudah menyusun model matematika dengan tepat sudah menerapkan strategi pemecahan dengan tepat (walaupun hasil masih salah), belum menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan asal, serta belum menggunakan matematika secara bermakna. Sedangkan untuk soal No 4, mahasiswa sudah mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, ditanyakan dan syaratnya, mahasiswa juga sudah mampu menyusun permasalahan yang ada ke dalam bentuk matematika, sudah menerapkan strategi pemecahan, dengan tepat meskipun belum benar hasilnya, namun belum menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan asal, dan juga belum menggunakan matematika secara bermakna. Setelah dilakukan wawancara, untuk soal no 2 mahasiswa memang belum menuliskan apa yang diketahui, ditanyakan dan syaratnya, tetapi saat diwawancara mahasiswa sudah dapat mengidentifikasi hal-hal yang diketahui, ditanyakan dan syaratnya, demikian halnya untuk tahap menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan asal memang belum dituliskan dalam jawaban, tetapi mahasiswa sebenarnya sudah mampu menghubungkan jawaban yang diperoleh dengan persoalan yang ada pada soal yang diberikan. Sehingga dapat dikatakan bahwa T telah memenuhi keempat indikator pemecahan masalah.

Mahasiswa dengan Kemampuan Pemecahan Masalah Awal Sedang

2) Diketahui : Biaya operasional truk = $25 + \frac{1}{4}$ rupiah per km
 Biaya Sopir = Rp 120,00 tiap jam
 Jarak (S) = 100 km

Ditanya : $V = \frac{S}{t}$
 $t = \frac{S}{V} \rightarrow$ pada laju berapa biaya total minimum ?

Jawab : Misal $V = 40$ km/jam $\rightarrow x = 40$ km/jam
 $t = \frac{100 \text{ km}}{40 \text{ km/jam}} = 10 \text{ jam}$

Jadi, Operasional truk = $25 + \frac{1}{4} \times 10$
 $= 25 + \frac{10}{4}$
 $= 25 + 2,5$
 $= \text{Rp } 27,5$

Biaya Sopir = $120 \cdot t$
 $= 120 \cdot 10$
 $= \text{Rp } 1.200$

Biaya total = $\text{Rp } 27,5 + \text{Rp } 1.200$
 $= \text{Rp } 1.227,5$

Misal $V = 50$ km/jam $\rightarrow x = 50$ km/jam
 $t = \frac{100 \text{ km}}{50 \text{ km/jam}} = 2 \text{ jam}$

Jadi, biaya operasional truk = $25 + \frac{1}{4} \times 2$
 $= 25 + \frac{2}{4}$
 $= 25 + 0,5$
 $= \text{Rp } 25,5$

Biaya Sopir = $120 \cdot t$
 $= 120 \cdot 2$
 $= \text{Rp } 240$

Biaya total = $\text{Rp } 25,5 + \text{Rp } 240$
 $= \text{Rp } 265,5$

Kesimpulan : Jadi kecepatan atau laju truk yang harus digunakan agar biaya menjadi paling ekonomis yaitu 50 km/jam.

Kep: Iulstiani (20178300046)

4) Bat air logam dengan ujung setengah lingkaran yang sama dan bagian atas terbuka berkapasitas 128 kaki kubik. Tentukan radius r dan panjang h jika bat membutuhkan material paling sedikit untuk konstruksinya

Diketahui : Volume = 128 ft^3
 Ditanya : r dan h manapun
 Jawab : $V = \frac{1}{2} \pi r^2 h$
 $128 = \frac{1}{2} \pi r^2 h$
 $256 = \pi r^2 h$
 $h = \frac{256}{\pi r^2}$

L. Permukaan : $\pi r^2 + \frac{1}{2} (2\pi r h)$
 $= \pi r^2 + \pi r h$
 $= \pi r^2 + \pi r \cdot \frac{256}{\pi r^2}$
 $f(x) = \pi r^2 + 256 \frac{\pi}{r}$
 $f'(x) = 2\pi r - 256 \frac{\pi}{r^2}$

L. Permukaan minimum $\rightarrow f'(x) = 0$
 $0 = 2\pi r - 256 \frac{\pi}{r^2}$
 $0 = 2\pi r^3 - 256\pi$
 $2\pi r^3 = 256\pi$
 $r^3 = 128$
 $r = \sqrt[3]{128} \text{ ft}$

$h = \frac{256}{\pi r^2}$
 $= \frac{256}{\pi (\sqrt[3]{128})^2}$
 $= 32 \sqrt[3]{2} \text{ ft}$

Gambar 3. Hasil Pekerjaan Mahasiswa (M)

M adalah mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah awal sedang, pada soal no 2, M sudah dapat mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, ditanyakan dan syaratnya, M juga sudah memodelkan permasalahan yang ada ke dalam bentuk matematika tetapi belum tepat, M juga sudah menerapkan strategi pemecahan meskipun belum tepat, sudah menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan asal sudah menggunakan matematika secara bermakna. Begitu juga pada soal No 4, M sudah mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, ditanyakan dan syaratnya, sudah memodelkan dengan tepat, sudah menerapkan strategi pemecahan dengan tepat (tetapi hasilnya masih salah) belum menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan asal juga belum menggunakan matematika secara bermakna.

Mahasiswa dengan Kemampuan Awal Rendah

2) dik : biaya Sopir : 25 + $\frac{x}{4}$ rupiah per km
 biaya Sopir : Rp 120 tiap jam
 Jarak (S) : 400 km
 $V = \frac{S}{t} \Rightarrow t = \frac{S}{V}$
 dit : Pada km berapa biaya total minimum?
 * misal $V = 40$ km/jam $\Rightarrow x = 40$ km/jam
 $t = \frac{400}{40}$ km : 10 jam
 Jadi biaya : 25 + $\frac{x}{4}$
 , 25 + $\frac{40}{4}$
 , 25 + 10
 = Rp 35
 * biaya Sopir : 120 . t
 = 120 . 10
 = 1200
 biaya total : Rp 35 + Rp 1.200
 = Rp 1.235
 * misal : $V = 50$ km/jam $\Rightarrow x = 50$ km/jam
 $t = \frac{400}{50}$ km/jam = 8 jam
 Jadi biaya operasional truk
 25 + $\frac{x}{4}$

4) dit : Volume : 128 m³ km³ km³
 radius r = ...?
 Panjang h = ...?
 $V = \frac{4}{3} \pi r^3 h \Rightarrow$ (untuk 1/3 bagian)
 $128 + \frac{4}{3} \pi r^3 h = \frac{4}{3} \pi r^3 h$
 $256 + h^2 = r^2 h$
 $t = \frac{256}{r^2}$
 L permukaan : $4\pi r^2 + 2\pi r h$
 = $\pi r^2 + \pi r h$
 = $\pi r^2 + \pi r \cdot \frac{256}{r^2}$
 $f(r) = \pi r^2 + \frac{256\pi}{r}$
 $f'(r) = 2\pi r - \frac{256\pi}{r^2}$
 $L' \text{ min} : f' = 0$
 $0 = 2\pi r - \frac{256\pi}{r^2}$
 $0 = 2r^3 - 256$
 $2r^3 = 256$
 $r^3 = 128$
 $r = \sqrt[3]{128}$
 $r = 5.04$
 $h = \frac{256}{r^2} = \frac{256}{(5.04)^2} = 10.08$
 Jadi r = 5.04 h = 10.08

Gambar 4. Hasil Pekerjaan Mahasiswa (L)

L pada soal No 2 belum mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, ditanyakan dan syaratnya, tetapi sudah memodelkan dengan tepat dan juga sudah menerapkan strategi pemecahan (tetapi hasil masih salah) belum menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan asal belum menggunakan matematika secara bermakna. Sedangkan untuk soal No 4, L sudah dapat mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, ditanyakan dan syaratnya, juga sudah mampu memodelkan keadaan dalam soal ke dalam bentuk matematika, juga sudah menerapkan strategi pemecahan, dengan tepat meskipun belum benar hasilnya dan juga belum menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan asal serta belum menggunakan matematika secara bermakna.

Analisis Penerapan Aplikasi Turunan

Materi turunan khususnya pada penerapannya tergolong materi yang tidak mudah untuk dipelajari. Selama ini apabila mahasiswa mempelajari materi aplikasi turunan, selalu kurang maksimal, hal tersebut dimungkinkan karena materi tersebut tergolong abstrak. Namun setelah mahasiswa belajar tentang pemodelan matematika dimana mahasiswa mengubah kondisi yang ada ke dalam bentuk matematika atau sebaliknya, mahasiswa sedikit terbantu dalam belajar materi turunan tersebut. Hal tersebut dapat terlihat dari hasil pekerjaan mahasiswa pada post test terutama pada yang memiliki kemampuan awal rendah dan sedang.

Mahasiswa dengan kemampuan awal rendah dan sedang telah mampu memenuhi indikator pemecahan masalah mulai dari menuliskan apa yang diketahui, permasalahan yang ada dalam soal dan syarat-syarat yang diketahui dalam soal, mahasiswa juga telah mampu memodelkan atau mengubah ke dalam bentuk matematika, meskipun belum sepenuhnya benar, tetapi mahasiswa sudah berusaha. Juga telah mampu menyusun rencana strategi penyelesaian walaupun belum sepenuhnya tepat. Sedangkan untuk mahasiswa dengan kemampuan awal tinggi, bukan berarti tidak terjadi peningkatan, namun karena memang dari kemampuan awalnya sudah bagus, hasil post test juga telah mampu mencapai indikator pemecahan masalah yang ke empat dan ke lima yaitu menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan asal dan menggunakan matematika secara bermakna. Secara umum soal aplikasi memiliki tantangan yang potensial untuk melatih pemahaman dan penguasaan materi peserta didik dalam pemecahan masalah. Namun di sisi lain, soal terapan dapat menjadi peluang tidak optimal dan kurang berkembangnya pemikiran peserta didik apabila tidak didukung oleh pendekatan pembelajaran yang sesuai karakteristik soal pemecahan masalah yakni ambigu, jumlah solusi yang lebih dari satu, kompleksitas cenderung tinggi dan memerlukan pengalaman (Grei & Fischer, 2013; Antonijević, 2016).

Analisis Penggunaan Geogebra

Media berbasis ICT lebih banyak digunakan karena dinilai lebih efektif dan efisien daripada alat peraga. Karena dengan media berbasis ICT lebih memungkinkan guru untuk berimprovisasi dan penyampaian pun lebih efektif karena siswa menyaksikannya secara langsung sehingga proses konstruksi pengetahuan lebih mudah. Media yang mampu memvisualisasikan materi atau konsep kedalam bentuk gambar atau animasi yaitu “GeoGebra” Sari, P. C., *et al.* (2019). Salah satu cara mengatasi kesulitan

dalam memahami sifat-sifat sudut yaitu menggunakan media pembelajaran berbasis komputer dalam pemvisualisasian gambar yaitu “GeoGebra”. Hal tersebut pernah dilakukan dalam penelitian oleh Irfadi, M. (2013) menyatakan bahwa Geogebra dapat mempengaruhi kemampuan pemahaman siswa dalam materi secara berkala. Pemilihan media pembelajaran pada penelitian ini dikarenakan media pembelajaran GeoGebra lebih mudah digunakan dalam memvisualisasikan materi.

Kegiatan dalam pembelajaran dengan bantuan media *GeoGebra* sebagai sarana visualisasi mendukung pengembangan kemampuan siswa dalam pemecahan masalah matematika. Berdasarkan indikator kemampuan pemecahan masalah, kegiatan yang dilakukan pada kelas eksperimen mendukung siswa agar mampu untuk: (1) menunjukkan pemahaman masalah, (2) menyajikan masalah matematika dalam berbagai bentuk, (3) mengembangkan strategi pemecahan masalah, (4) membuat dan menafsirkan model matematika dari suatu masalah, (5) mengorganisasi data dan menulis informasi yang relevan dalam pemecahan masalah. Visualisasi menggunakan GeoGebra dilakukan pada tahap memahami masalah dan melihat kembali hasil pemecahan masalah Nurfadilah, U., & Suhendar, U. (2018).

Geogebra pada penelitian ini digunakan untuk membantu mahasiswa dalam menggambarkan bentuk atau bangun datar bahkan bangun ruang yang sedang dibahas dalam materi aplikasi turunan, sebagai contoh ketika mahasiswa diberikan persoalan untuk mencari volume maksimum sebuah tabung yang dapan dibuat dengan selembar karton berukuran tertentu. Untuk membantu mempermudah mahasiswa dalam menganalisis, maka perlu dibawa ke dalam bentuk gambar, agar mahasiswa dapat memiliki gambaran tentang apa yang harus dilakukan selanjutnya. Berdasarkan dari hasil tes yang diperoleh pada Tabel. 1 hasil mahasiswa terlihat meningkat pada pengambilan awal data pre-test diperoleh rata-rata 65,83, selanjutnya setelah mahasiswa diberikan bantuan menggunakan aplikasi Geogebra terdapat peningkatan menjadi 79,16. Penelitian lain juga menyatakan dalam hal penggunaan Geogebra adanya perbedaan kemampuan mahasiswa dalam pembelajaran kalkulus turunan dengan bantuan menggunakan Geogebra dan tanpa Geogebra, hasil evaluasi pembelajarann Kalkulus Turunan tanpa menggunakan software dengan nilai rata-rata (Ngeo) 64,26 dan menggunakan software Geogebra dengan nilai rata-rata (Geo) 74,33 Habinuddin (2018). Hasil penelitian lain juga menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir Matematis tingkat tinggi siswa yang menggunakan pembelajaran blended learning berbantuan Geogebra lebih tinggi dibandingkan dengan model blended learning maupun

pembelajaran konvensional Supriadi (2012). Hasil penelitian ini juga didukung oleh hasil penelitian dari Septian (2017) yang menyatakan terdapat peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis mahasiswa yang menerapkan GeoGebra lebih baik daripada mahasiswa yang menggunakan pembelajaran ekspositori dan secara keseluruhan sikap mahasiswa terhadap penerapan GeoGebra adalah positif. Program GeoGebra adalah program yang bersifat dinamis dan interaktif sehingga memungkinkan banyak eksplorasi yang dapat dilakukan terhadap suatu konsep matematika sehingga dapat merangsang pikiran siswa khususnya geometri, aljabar, dan kalkulus. Siswa dapat lebih mudah untuk memahaminya. Selain itu dengan menggunakan GeoGebra memungkinkan banyak eksplorasi yang dapat dilakukan Atikasari & Woro Kurniasih, (2015).

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah disampaikan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa dengan adanya pemodelan matematika mahasiswa dengan kemampuan awal rendah dan sedang khususnya mengalami peningkatan yang signifikan pada hasil belajarnya yang ditandai dengan baiknya kemampuan pemecahan masalah mahasiswa pada materi aplikasi turunan (maksimum dan minimum). Hal tersebut dikarenakan mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah rendah, masih mengalami kesulitan ketika berhadapan dengan soal aplikasi turunan, karena mahasiswa dengan kemampuan rendah harus memahami maksud dan persoalan pada soal yang ada, dengan mahasiswa dituntun untuk mengubah masalah matematika tersebut ke dalam bentuk model matematika, sehingga membuat mahasiswa lebih mudah dalam mengaplikasikan soal sehingga lebih mudah dalam mencari solusinya. Demikian juga untuk mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah sedang, mahasiswa dengan kemampuan masalah sedang sudah dapat memahami persoalan yang ada pada soal, namun perlu dituntun untuk mengubah permasalahan tersebut ke dalam bentuk matematika, sehingga lebih mudah dalam mencari solusi dari permasalahan tersebut. Sebagai saran terhadap penelitian selanjutnya, perlu dilakukan suatu perlakuan khusus untuk mahasiswa dengan kemampuan awal tinggi, agar meningkat secara signifikan juga. Penggunaan aplikasi geogebra menjadi salah satu alternatif media dalam pembelajaran matematika untuk memberikan suana pembelajaran yang lebih menarik dan efektif.

Pustaka

Adikana Wiandari Yadnya, N. W., Made Ardana, I., & Gusti Putu Suharta, I. (2020).

- Development of Mathematics Learning Device Based on Cooperative Model Type of Think Talk Write that Supported by Edmodo for Developing the Mathematics Problem Solving Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1503(1), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1503/1/012012>
- Atikasari, G., & Woro Kurniasih, A. (2015). Keefektifan Model Pembelajaran Kooperatif Dengan Strategi TTW Berbantuan Geogebra Terhadap Kemampuan Berfikir Kreatif Matematis Siswa Kelas VII Materi Segitiga. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 4(1), 86–94.
- Antonijević, R. (2016). Cognitive activities in solving mathematical tasks: The role of a cognitive obstacle. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(9), 2503–2515. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1306a>
- Anwarudin, M., & Dafik. (2019). The analysis of students' metacognition in solving local wisdom based mathematical problems and the application of murder strategy to increase their metacognition ability. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 243(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/243/1/012051>
- Arwizet, K., & Saputra, P. G. (2019). Improvement of Student Learning Outcomes through the Implementation of Collaborative-Think Pair Share Project Based Learning Model on Vocational High School. *Journal of Physics: Conference Series*, 1387(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1387/1/012084>
- Goethals, P. L. (2013). The pursuit of higher-order thinking in the mathematics classroom: A review. New York: Springer
- Grei, S., & Fischer, A. (2013). Measuring Complex Problem Solving : An educational application of psychological theories Die Messung des komplexen Problemlösens : Eine bildungswissenschaftliche Anwendung psychologischer Theorien. *Jero.Com*, 5(1), 38–58. <http://j-e-r-o.com/index.php/jero/article/view/338>
- Habinuddin, E. (2018). Peningkatan kemampuan pemahaman kalkulus turunan berbantuan geogebra. *Sigma-Mu (Jurnal Penelitian & Gagasan Sains Dan Matematika Terapan)*, 10(1), 58–65.
- Hendriana, H., & Soemarmo, U. (2014). Penilaian pembelajaran matematika. Bandung: Refika Aditama.
- Irfadi, M. (2013). Pengaruh Penggunaan Software Geogebra Terhadap Pemahaman Siswa Pada Pokok Bahasan Sistem Persamaan Linear Dua Variable (Studi Eksperimen Di Kelas VII MTs N Cirebon 1 Kota Cirebon) (*Doctoral dissertation, IAIN Syekh Nurjati Cirebon*).
- Lorenzen, J. K. (2017). The effect of instructional strategies on math anxiety and achievement: A mixed methods study of preservice elementary teachers (Doctoral dissertation, The University of Southern Mississippi).
- Nahdi, D. S., Jatisunda, M. G., Cahyaningsih, U., & Suciawati, V. (2020). Pre-service teacher's ability in solving mathematics problem viewed from numeracy literacy skills. *Elementary Education Online*, 19(4), 1902–1910. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2020.762541>
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 2000.

- Niklas, F., Cohrsen, C., & Tayler, C. (2016). Improving Preschoolers' Numerical Abilities by Enhancing the Home Numeracy Environment. *Early Education and Development*, 27(3), 372–383. <https://doi.org/10.1080/10409289.2015.1076676>
- Nurfadilah, U., & Suhendar, U. (2018). Pengaruh penggunaan geogebra terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa pada topik garis dan sudut. *JMPM: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 3(2), 99-107.
- Oktaviyanthi, R. (2017). *Kajian Model Pembelajaran: Pendekatan Cognitive Apprenticeship Model Case Based Reasoning Dalam Pembelajaran Matematika*. 2, 99–107.
- Polya, G. (2014). "How to Solve It" list. In *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method* (pp. xvi-xviii). Princeton: Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400828678-004>
- Purwanti, R. D., Pratiwi, D. D., & Rinaldi, A. (2016). Pengaruh Pembelajaran Berbatuan Geogebra terhadap Pemahaman Konsep Matematis ditinjau dari Gaya Kognitif. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 115–122. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v7i1.131>
- Sari, P. C., Eriani, N. D., Audina, T., & Setiawan, W. (2019). Pengaruh pembelajaran berbantuan geogebra terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematik siswa SMP. *Journal on Education*, 1(3), 411-416.
- Septian, A. (2017). Penerapan Geogebra Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Suryakencana. *Prisma*, 6(2), 180–191. <https://doi.org/10.35194/jp.v6i2.212>
- Sriyanti, A., Mardhiah, M., Samriana, S., & Munirah, M. (2019). Analisis Kesalahan Dalam Menyelesaikan Soal Mata Kuliah Kalkulus II Berdasarkan Taksonomi Solo Pada Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika. *Al Asma: Journal Of Islamic Education*, 1(2), 89-104. DOI: <https://doi.org/10.24252/asma.v1i2.11246>
- Supriadi, N. (2012). Mengembangkan Kemampuan Berpikir Matematis Tingkat Tinggi Siswa Melalui Blended Learning Berbantuan Geogebra. *Pasundan Journal of Mathematics Education : Jurnal Pendidikan Matematika*, Vol 2 No. 1. <https://doi.org/10.23969/pjme.v2i1.2456>

