

Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah Penjumlahan Vektor Secara Analitis dan Secara Grafis Berbantuan Aplikasi Geogebra

Sri Novia Martin¹, Nazarlin²

^{1,2}Universitas Negeri Padang

¹srinovia91@fmipa.unp.ac.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan kesulitan yang dialami mahasiswa dalam menyelesaikan masalah penjumlahan Vektor secara analitis dan grafis. Dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan penjumlahan Vektor ada dua cara yang bisa digunakan yaitu secara analitis dan grafis. Secara analitis yaitu menguraikan Vektor menjadi komponen-komponennya lalu dicari resutannya. Sementara itu secara grafis dengan menggunakan bantuan Geogebra dan menggunakan konsep Segitiga. Kemudian pada masing-masing cara dianalisis kesulitan yang di alami mahasiswa. Metode penelitian ini adalah Kualitatif deskriptif. Data diperoleh dari observasi wawancara dan tes. Subjek penelitian 38 orang mahasiswa pendidikan matematika UNP. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan langkah-langkah Miles and Huberman yaitu reduksi data, display data dan penarikan kesimpulan. Hasil dari penelitian tersebut diperoleh informasi secara analitis tentang kesulitan yang dihadapi mahasiswa adalah menginterpretasikan/mengilustrasikan soal atau permasalahan ke dalam bentuk gambar atau simbol, pemilihan strategi untuk penyelesaian (rumus yang tepat), kesalahan perhitungan, dan tidak membuat kesimpulan jawaban, tidak melakukan pengecekan kembali terhadap jawaban yang sudah diperoleh. Sementara itu secara grafis dengan menggunakan aplikasi Geogebra kesulitan yang dialami adalah menginterpretasikannya ke dalam bentuk gambar/symbol matematika, membuat ukuran panjang vektor atau sudut yang akurat dan tidak membuat kesimpulan jawaban.

Kata Kunci: pemecahan masalah; penjumlahan vektor; analitis; grafis; Geogebra.

ABSTRACT

The purpose of this study is to describe the difficulties experienced by students when solving vector addition problems analytically and graphically. In solving problems related to vector summation, there are two ways that can be used, namely analytically and graphically. Analytically, it is to decompose vectors into their components and then look for the response. Meanwhile, graphically using the help of Geogebra and using the concept of Triangle. Then in each way analyzed the difficulties experienced by students. This research method is descriptive qualitative. Data were obtained from observation, interviews, and tests. The subject of research was 38 UNP mathematics education students. The data obtained were analyzed using Miles and Huberman's measures of data reduction, data display and conclusions. The results of the study obtained information analytically the difficulties faced by students are interpreting / illustrating problems or problems into images or symbols, choosing strategies for solving (the right formula), miscalculations, and not making answer conclusions, not checking back on the answers that have been obtained. Meanwhile, graphically using the Geogebra application the difficulty experienced is interpreting it into the form of mathematical images / symbols, making accurate measurements of vector lengths or angles and not making answer conclusions.

Keywords: problem-solving; vector summation; Analytical; grafic; Geogebra.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran termasuk pembelajaran Matematika. Penggunaan teknologi dalam pembelajaran Matematika membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran Matematika di sekolah. Selain itu penggunaan teknologi juga sebagai variasi dalam belajar sehingga siswa merasa senang dan

semangat. Penggunaan teknologi dalam pembelajaran Matematika dapat berupa media pembelajaran yang dibuat berbasis IT maupun berbagai aplikasi dan platform yang sudah tersebar secara luas dan dapat digunakan secara gratis. Dalam upaya mencapai tujuan dari proses pembelajaran, perlu juga didukung dengan metode pembelajaran yang sesuai (Harydi et al., 2013)

Salah satu aplikasi atau platform yang bisa digunakan sebagai media atau penunjang pembelajaran Matematika adalah Geogebra. Geogebra dapat mendorong peserta didik menjadi aktif dalam pembelajaran. (Rahmawaty, 2022). GeoGebra adalah perangkat lunak matematika yang dinamis, bebas, dan multi-platform yang menggabungkan geometri, aljabar, tabel, grafik, statistik dan kalkulus dalam satu paket yang mudah dan bisa digunakan untuk semua jenjang Pendidikan (Ummu dkk, 2012).

Perangkat lunak GeoGebra tersedia secara bebas untuk pengguna non-komersial sehingga dapat diakses dan diunduh secara gratis melalui website GeoGebra www.GeoGebra.org, windows store, app store, dan google play store menggunakan komputer maupun tablet. Software ini cukup mudah untuk digunakan dalam memahami materi matematika dan juga open source atau dapat di unduh secara gratis melalui situs GeoGebra.org (Azizah dkk., 2021), sehingga dapat meningkatkan pemahaman matematis mahasiswa. Selain itu penerapan bahan ajar dengan berbantuan GeoGebra dapat membantu mahasiswa dalam memahami konsep dengan baik (Putri kk, 2022). Penerapan Software GeoGebra dalam pembelajaran matematika dapat membuat pembelajaran menjadi lebih eksploratif (Rahadyan & Halimatussa'diah, 2020).

Salah satu mata kuliah yang bisa menggunakan aplikasi Geogebra sebagai penunjang perkuliahan yaitu Kalkulus Vektor. Materi Kalkulus Vektor sarat akan gambar (Geometri). Ini sejalan dengan apa yang disampaikan oleh Karimah dan Wahyuni (2018) bahwa mahasiswa mengalami kesulitan dalam menggambarkan Vektor secara grafis. Oleh karena itu butuh sebuah alat peraga yang dapat mempermudah mahasiswa dalam memahami konsep Vektor dan menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan materi Vektor.

Menurut Fahmy dkk (2022), pemanfaatan GeoGebra pada pembelajaran ini diantaranya, 1) untuk memberikan visualisasi terkait materi analisis Vektor yang abstrak; 2) memberikan pengalaman bagi mahasiswa untuk mengoperasikan GeoGebra; dan 3) materi tambahan yaitu membuat media pembelajaran sederhana berupa latihan soal yang berkaitan dengan Vektor.

Kalkulus Vektor merupakan mata kuliah wajib yang harus diambil oleh mahasiswa Program Studi Matematika semester 4 dengan bobot 3 sks. Dalam pembelajaran Kalkulus Vektor mahasiswa diharapkan dapat memahami konsep dengan baik. Akan tetapi kenyataannya berdasarkan hasil kuis 1 tentang vektor dan operasi serta penerapan operasi vektor dalam menyelesaikan masalah masih rendah. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan mendeskripsikan kesulitan dan kesalahan yang dialami oleh mahasiswa pada materi operasi vektor khususnya soal pemecahan masalah.

Dalam pembelajaran Kalkulus Vektor banyak kesulitan atau kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa. Menurut Jana (2018) kesalahan yang dilakukan mahasiswa pada materi analisis Vektor yaitu kesalahan teknis dalam perhitungan, kesalahan penggunaan data, kesalahan pemahaman konsep kesalahan interpretasi bahasa dan kesalahan dalam penarikan kesimpulan. Selain itu mahasiswa juga kesulitan dalam menganalisis gambar yang diberikan untuk menemukan sebuah prinsip atau rumus. Oleh karena itu butuh suatu alat peraga yang dapat membantu mahasiswa dalam memahami materi Vektor tersebut. Berbagai metode dan aplikasi pembelajaran online yang diterapkan dapat mencapai tujuan pembelajaran secara maksimal (Martin dkk., 2020) Diantarasalah satunya adalah GeoGebra.

Kebaruan dari penelitian ini yaitu terletak pada materi yang dipilih yaitu penerapan penjumlahan vektor untuk menyelesaikan masalah baik secara analitis maupun grafis dengan bantuan aplikasi Geogebra. Sehingga menjadi referensi ke depannya untuk bisa memilih metode dan teknik yang tepat dalam pembelajaran materi Vektor.

METODE PENELITIAN

Pendekatan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif dengan Jenis penelitian deskriptif. Data dikumpulkan dari lembar observasi, wawancara dan tes. Data dianalisis secara kualitatif. Menurut Miles and Huberman dalam Sugiono (2016) terdapat 3 tahapan yang dilakukan untuk menganalisis data kualitatif yaitu reduksi data, penyajian data, dan menarik kesimpulan. Reduksi data yaitu memilih data yang penting yang diperoleh dari pengumpulan data. Selanjutnya pada display data, data ditampilkan dengan menggunakan kata-kata. Selanjutnya diberikan suatu kesimpulan terkait dengan data yang sudah dikumpulkan tersebut.

Penelitian dilakukan pada 38 orang mahasiswa pendidikan Matematika Universitas Negeri Padang yang mengambil mata Kuliah Kalkulus Vektor. Mahasiswa diberikan tes soal pemecahan masalah.

Metode grafis adalah cara melukiskan penjumlahan dua vektor atau lebih berdasarkan besar dan arahnya membentuk suatu bidang datar. Jadi, dengan menggunakan metode grafis kita hanya bisa menggambarkan hasil penjumlahan atau resultan vektor tanpa tahu besar dan aranya secara kuantitatif. Metode grafis dibedakan menjadi tiga macam, yaitu metode segitiga, poligon dan jajar genjang.

Metode analitis adalah cara melukiskan dan menentukan hasil penjumlahan vektor (resultan) melalui proses penguraian vektor menjadi vektor-vektor komponennya. Jadi, dengan menggunakan metode analitis kita tidak hanya mengetahui resultan vektor secara grafis tetapi juga dapat mengetahui besar dan arah vektor resultan secara kuantitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini mahasiswa belajar menentukan resultan vektor dengan menggunakan cara analitis lalu diberikan soal/tes pemecahan masalah. Selanjutnya mahasiswa diajarkan tentang menyelesaikan masalah penjumlahan vektor secara grafis dan memberikan contoh baik secara manual dengan penggaris dan busur maupun menggunakan aplikasi Geogebra. Selanjutnya mahasiswa mengerjakan soal tes yang diberikan. Lalu dianalisis kesulitan yang dialami oleh mahasiswa dengan menggunakan kedua cara tersebut. Berikut soal tes yang diberikan kepada mahasiswa:

Sebuah pesawat terbang menempuh jarak 200 km ke arah barat kemudian 150 km ke arah 60 derajat disebelah utara dari barat, tentukan pergeseran resultan dan arah pesawat tersebut?

Soal tersebut dapat diselesaikan dengan cara analitis dan grafis. Kemudian dianalisis kesulitan atau kesalahan yang dialami mahasiswa pada kedua cara tersebut.

Secara analitis

Penyelesaian masalah tersebut secara analitis yaitu dengan menguraikan Vektor menjadi komponen-komponennya. Kemudian cari resultannya. Dengan cara analitis juga perlu membuat ilustrasi gambar supaya memudahkan untuk memilih strategi yang akan digunakan dalam menyelesaikan masalah. Perbedaannya dengan cara grafis yaitu cara analitis memperoleh resultan menggunakan rumus-rumus sementara dengan cara grafis memperoleh resultan berdasarkan ukuran-ukuran yang dilakukan.

Adapun kesalahan dan kesulitan yang dialami mahasiswa dalam menyelesaikan masalah secara analitis yaitu:

Kesalahan dalam membuat simbol/lambang Matematika

Misalnya ketika mahasiswa membuat apa yang diketahui dan apa yang ditanya. Mahasiswa kesulitan dalam memberikan simbol/lambang yang tepat

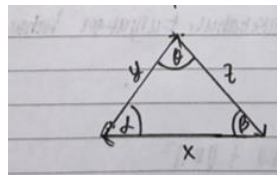
Jawab:
 Misalkan: 200 km ke barat = x
 150 km ke utara = y
 Resultan = z
 $\alpha = 60^\circ$

Gambar 1 jawaban mahasiswa pada identifikasi masalah

Berdasarkan jawaban mahasiswa tersebut, mahasiswa tidak secara jelas membuat apa yang diketahui dari soal. Sebaiknya mahasiswa membuat “Jarak yang ditempuh pesawat dari titik awal ke arah barat: $x = 200 \text{ km}$ ”. Selain itu penulisan vektor seharusnya diberikan garis di atas huruf atau ditulis tebal. Begitu juga untuk pernyataan-pernyataan yang lain belum dibuatkan dalam bentuk simbol atau persamaan Matematika dengan tepat.

Kesalahan dalam membuat ilustrasi gambar

Mahasiswa keliru dalam membuat gambar. Mahasiswa keliru dalam mengartikan kalimat “pesawat bergerak 150 km ke arah 60° di sebelah utara dari barat. Mahasiswa menggambarkan sudut 60° dari `sebelah utara dari timur.



Gambar 2 jawaban mahasiswa membuat ilustrasi gambar

Kesalahan dalam melakukan perhitungan

Melakukan perhitungan sesuai dengan informasi yang diberikan serta strategi yang sudah direncanakan. Mahasiswa memperoleh jawaban yang kurang tepat karena kesalahan dalam membuat gambar ilustrasi (kesalahan dalam menentukan sudut

b.) Secara Analitik
 $|z|^2 = |x|^2 + |y|^2 - 2|x||y| \cos \alpha$
 $= |200|^2 + |150|^2 - 2|200||150| \cos 60^\circ$
 $= 40.000 + 22.500 - 60.000 \cdot \frac{1}{2}$
 $= 62.500 - 30.000$
 $= 32.500$
 $|z| = 180,278$

Gambar 3 jawaban mahasiswa Menentukan resultan pesawat

$\frac{z}{\sin \alpha} = \frac{y}{\sin \beta}$
 $\frac{180,278}{\sin 60^\circ} = \frac{150}{\sin \beta}$
 $\frac{180,278}{\frac{1}{2}\sqrt{3}} = \frac{150}{\sin \beta}$
 $180,278 \cdot \sin \beta = 150 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{3}$
 $180,278 \cdot \sin \beta = 75\sqrt{3}$
 $\sin \beta = \frac{75\sqrt{3}}{180,278}$
 $\sin \beta = 0,72$
 $\sin \beta = \sin 46,1^\circ$
 $\beta = 46,1^\circ$

Gambar 4 jawaban mahasiswa menentukan arah pesawat

Tidak membuat kesimpulan dan mengecek jawaban

Berdasarkan jawaban-jawaban mahasiswa ada mahasiswa yang tidak menuliskan kesimpulan jawaban dan juga tidak mengecek kembali jawaban yang sudah dibuat.

Secara Grafis Berbantuan Geogebra

Sementara secara grafis biasanya dilakukan dengan menggunakan penggaris dan busur. Tapi hal ini membutuhkan keakuratan dalam mengukur dan juga skala yang tepat. Agar lebih mudah bisa dengan menggunakan aplikasi Geogebra. Pada Geogebra sudah disediakan ikon membuat garis beserta ukurannya dan juga ikon untuk membuat sudut beserta ukuran sudut.

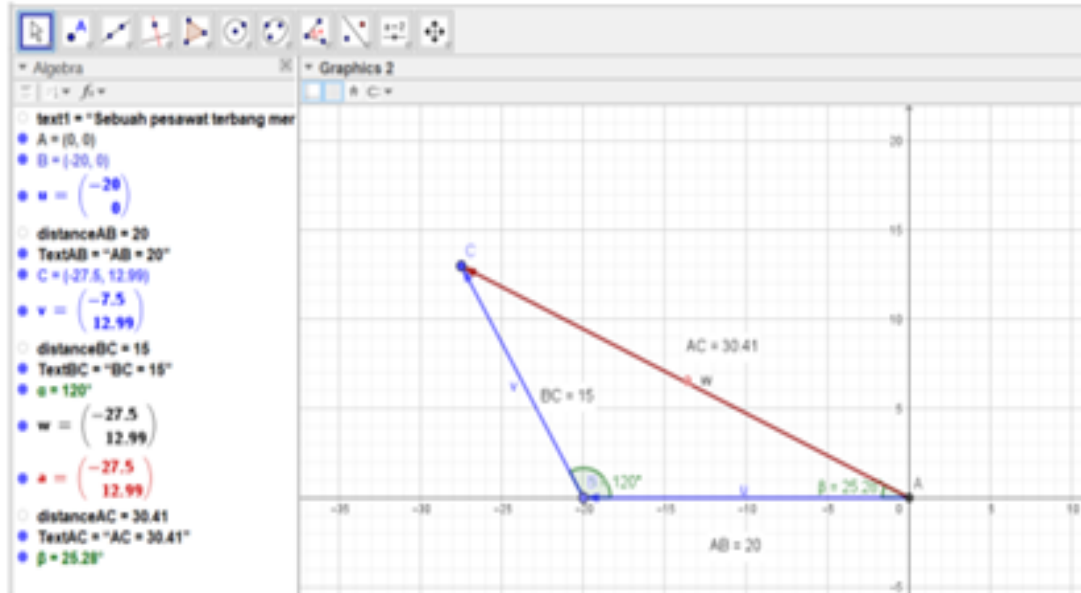
Sebelum memulai bekerja dengan menggunakan Geogebra, terlebih dahulu mahasiswa harus mengetahui fungsi masing-masing Ikon pada aplikasi Geogebra. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan mahasiswa kesulitan yang dialami mahasiswa adalah

Merepresentasikan soal cerita ke dalam bentuk gambar dan simbol/lambang matematika

Langkah pertama yang harus dilakukan mahasiswa adalah memahami soal dengan baik. Kemudian membuat cerita ke dalam ilustrasi gambar. Gambar yang dibuat harus tepat. Apabila dalam soal menggunakan ukuran yang cukup besar maka ketika menggambar ke dalam aplikasi Geogebra bisa menggunakan skala sesuai kebutuhan.

Membuat ukuran yang tepat

Pada Geogebra sudah ada ikon untuk membuat vektor dengan ukuran panjang serta sudut antara dua vektor dengan ikon angle. Akan tetapi butuh ketelitian agar bisa membuat ukuran yang sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 5 jawaban mahasiswa dengan menggunakan Geogebra

Berikut langkah-langkah yang dilakukan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah dengan menggunakan aplikasi Geogebra

- a. Inputkan soal cerita pada teks
- b. Inputkan titik awal pergerakan pesawat misalkan di titik A (0,0),
- c. Selanjutnya buat Vektor ke arah selatan (ke titik B) dengan panjang 20 (menggunakan skala 1:10.000). Sehingga panjang AB 20.
- d. Selanjutnya buat Vektor ke arah 60° di sebelah utara dari barat sepanjang 15 (menggunakan skala 1:10.000)
- e. Menentukan panjang AC dengan penjumlahan vektor $AB+BC$. Pengukuran panjang AC menggunakan ikon Distance or Length. Sehingga diperoleh resulta perpindahan pesawat adalah 304,1 km.
- f. Selanjutnya menentukan sudut CAB dengan menggunakan ikon sudut pada Geogebra. Sehingga diperoleh besar sudut CAB 25,28 di sebelah utara dari barat.

Tidak membuat dan mengecek jawaban

Dari jawaban mahasiswa tersebut dapat terlihat bahwa mahasiswa tidak membuat kesimpulan. Mahasiswa hanya menggambar hasil resultannya. Padahal kesimpulan sangat penting sehingga orang bisa mengetahui dengan tepat jawaban dari soal yang diberikan.

Berdasarkan kesulitan atau kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa dalam menyelesaikan masalah penjumlahan vektor dengan cara analitis dan grafis secara umum hampir sama yaitu kesalahan dan kesulitan dalam merepresentasikan soal cerita ke dalam bentuk gambar/symbol atau lambing Matematika. Kedua tidak menuliskan kesimpulan jawaban dan mengecek kembali jawaban. Perbedaan kesalahan/kesulitan yang dialami mahasiswa dengan metode analitis adalah strategi dan rumus yang dipilih dan kesalahan dalam perhitungan. Sementara itu pada acara grafis dengan bantuan Geogebra kesalahan atau kesulitan yang terjadi adalah dalam ketepatan membuat atau menggambar ukuran panjang dan sudut antara dua vektor. Kedua cara ini sangat penting dikuasai mahasiswa untuk melatih kemampuan berpikir matematis mahasiswa. Bagian hasil dan pembahasan menyajikan hasil-hasil yang diperoleh dan cara pencapaiannya. Uraian harus komprehensif namun tetap ringkas dan padu. Pembahasan hasil penelitian meliputi kelebihan dan kekurangan, serta pengujian.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ada beberapa kesulitan atau kesalahan yang dialami mahasiswa dalam menyelesaikan masalah penjumlahan vektor baik dengan cara analitis maupun grafis dengan bantuan aplikasi Geogebra. Dengan cara analitis kesulitan yang dihadapi mahasiswa adalah menginterpretasikan/ mengilustrasikan soal atau permasalahan ke dalam bentuk gambar atau symbol, pemilihan strategi untuk penyelesaian (rumus yang tepat), kesalahan perhitungan, dan tidak membuat kesimpulan jawaban, tidak melakukan pengecekan kembali terhadap jawaban yang sudah diperoleh. Sementara itu secara grafis dengan menggunakan aplikasi Geogebra kesulitan yang dialami adalah menginterpretasikannya ke dalam bentuk gambar/symbol matematika, membuat ukuran panjang vektor atau sudut yang akurat dan tidak membuat kesimpulan jawaban.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Universitas Negeri Padang yang sudah mendanai penelitian ini. Ucapan terimakasih juga kepada mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika yang sudah terlibat dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Azizah, I. N., Amri, M. K., Ikashaum, F., & Mispani, M. (2021). Pengembangan Modul Kalkulus dengan Pemanfaatan Software Geogebra. *JRPM (Jurnal Review Pembelajaran Matematika)*, 6(1), 13–23. <https://doi.org/10.15642/jrpm.2021.6.1.13-23>
- Efendi, J. F., & Pratama, R. A. (2020). Defragmenting Proses Berpikir Pseudo Siswa Dalam Menyelesaikan Masalah Matematika. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(3), 651. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i3.2956>
- Fahmy, A. F. R., Sari, N. H. M., Yuniati, M., & Ramanda, E. (2022). Implementasi Pembelajaran Flipped Classroom Berbantuan Geogebra Pada Mata Kuliah Analisis Vektor Ditinjau Dari Locus of Control Mahasiswa. *Integral : Pendidikan Matematika*, 12(2), 42–51. <https://doi.org/10.32534/jnr.v12i2.2539>
- Haryanti, S. (2018). Pemecahan Masalah Matematika melalui Metode Defragmenting. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 3(2), 199. <https://doi.org/10.30998/jkpm.v3i2.2768>
- Harydi, A., Achmadi, R., Fisika, J., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2013). PENGEMBANGAN MATERI AJAR BERBASIS SCAFFOLDING PADA POKOK BAHASAN ANALISIS VEKTOR di SMAN 1 WARU PAMEKASAN. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 2(3), 174–179. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/5/article/view/4272>
- Jana, P. (2018). Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Matematika Pada Pokok Bahasan Vektor. *Jurnal Mercumatika : Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 2(2), 8. <https://doi.org/10.26486/jm.v2i2.398>
- Karimah, N. I., & Wahyuni, I. (2018). Desain Bahan Ajar Berbasis Kemampuan Pemahaman Matematis Pada Mata Kuliah Kalkulus Vektor. *Euclid*, 5(1), 45. <http://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Euclid/article/view/859>
- Putri, E. A., Sakti, I., & Nirwana. (2022). Pengembangan lkpd berbasis science, technology, engineering, and mathemtic (stem) berbantu geogebra pada materi vektor. *Jurnal Ilmu Pembelajaran Fisika*, 1(65), 98–105.
- Rahadyan, A., & Halimatussa'diah. (2020). Penerapan Dynamic Software Geogebra Dan Cabri 3D Dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pemikiran Dan Penelitian Pendidikan Matematika (JP3M)*, 2(2), 154–172. <https://doi.org/10.36765/jp3m.v2i2.34>
- Rahmawaty, I. (2022). Pengembangan Geogebra Classroom pada Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik Materi Vektor untuk Penulis Koresponden : 2(1), 181–190.
- Serli Evidiasari, Subanji, S. I. (2018). Jurnal Kajian Pembelajaran Matematika. *Jurnal Kajian Pembelajaran Matematika*, 2(1), 10. <http://journal2.um.ac.id/index.php/jkpm>
- Ummu, O., Almasitoh, H., & Psi, S. (2012). Untuk Pembelajaran. *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 79, 87–100.