

KEMAMPUAN REPRESENTASI CALON GURU MATEMATIKA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH GEOMETRI

Flesia Welly Ferianti¹, Linda Dwi Saputri², Wahyu Septiadi³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Matematika, STKIP Melawi

¹flesiawellyferianti@gmail.com, ²dwisaputrilinda@gmail.com, ³wahyuseptiadi88@gmail.com

Corresponding author : flesiawellyferianti@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan representasi matematis mahasiswa calon guru dalam menyelesaikan masalah matematika. Karena peran guru menentukan kualitas pembelajaran, maka hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran kualitas calon guru ketika menyampaikan konsep di kelas. Selain itu, dapat memberikan wawasan kepada calon guru untuk lebih meningkatkan kemampuan representasi matematisnya melalui pengalaman dan latihan dalam menyelesaikan masalah matematika agar memiliki kemampuan representasi matematis yang baik. Metode yang digunakan adalah metode kualitatif. Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa semester 7 Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Melawi. Teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah dokumentasi. Data dianalisis melalui tahap reduksi data, penyajian data, menarik kesimpulan, dan verifikasi.

Kata Kunci: Kemampuan, Representasi, Geometri.

Abstract : This research aims to determine the mathematical representation abilities of prospective teacher students in solving mathematical problems. Because the teacher's role determines the quality of learning, it is hoped that the results of this research can provide an overview of the quality of prospective teachers when conveying concepts in the classroom. Apart from that, it can provide insight to prospective teachers to further improve their mathematical representation abilities through experience and practice in solving mathematical problems so that they have good mathematical representation abilities. The method used is a qualitative method. The subjects in this research were 7th semester students of the STKIP Melawi Mathematics Education Study Program. The technique used to collect data is documentation. Data was analyzed through the stages of data reduction, data presentation, drawing conclusions and verification.

Keywords: Ability, representation, geometry .

PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran wajib yang ada dalam semua jenjang pendidikan mulai dari sekolah dasar (SD) hingga sekolah menengah atas (SMA). Berhasil atau tidaknya pembelajaran matematika bergantung pada proses pembelajaran. Dalam hal ini, guru memainkan peran sentral dalam pembelajaran matematika. Salah satu peran guru adalah membantu siswa memahami konsep dasar materi matematika. Untuk melaksanakan peran tersebut, seorang guru matematika dituntut memiliki pengetahuan dan kemampuan matematika yang memadai, salah satunya adalah kemampuan representasi matematis.

Representasi matematis merupakan bagian dari kemampuan dasar matematika yang harus dikembangkan baik oleh siswa,

mahasiswa, ataupun guru. Hwang, Chen, Dung, dan Yang (2007) menyatakan bahwa keterampilan representasi adalah kunci sukses pemecahan masalah matematika. Representasi matematis berperan sebagai jalan dalam mengungkapkan ide matematis dan cara siswa dalam memahami dan menggunakan ide-ide matematisnya. Penelitian Wahyu, Amin dan Lukito (2017) menunjukan bahwa penggunaan representasi dalam bentuk model luas (*area model*) bisa membantu siswa memahami pembagian pecahan. NCTM (2000) menyebutkan lima kemampuan matematika yang harus dimiliki siswa, yaitu: 1) belajar untuk berkomunikasi (*mathematical communication*); 2) belajar untuk bernalar (*mathematical reasoning*); 3) belajar untuk memecahkan masalah (*mathematical problem solving*); 4) belajar untuk mengaitkan ide

(*mathematical connection*); 5) belajar untuk merepresentasikan ide-ide (*mathematical representation*). Dalam matematika siswa dituntut untuk memiliki kemampuan komunikasi matematis, sehingga siswa mampu bernalar dengan baik. Penalaran merupakan alat yang penting dalam matematika dan kehidupan sehari-hari.

Kemampuan bernalar yang baik merupakan kunci bagi siswa untuk dapat memecahkan masalah, mengkaitkan berbagai ide dalam matematika, selanjutnya siswa dapat merepresentasikan ide-ide yang dimilikinya. Agar siswa mencapai kelima kemampuan tersebut dalam pembelajaran, guru dituntut terlebih dahulu menguasainya. Mahasiswa calon guru matematika harus memiliki kemampuan representasi matematis yang baik yaitu mengetahui bagaimana sebuah ide matematis dapat direpresentasikan untuk memfasilitasi siswanya agar lebih memahami ide tersebut. Guru harus mampu menerjemahkan ide-ide matematika yang sulit dalam sebuah representasi yang dapat dipahami oleh siswanya. Untuk dapat melakukan itu, calon guru harus difasilitasi dengan kemampuan representasi yang berguna dalam mengajarkan matematika, seperti masalah berupa cerita, gambar, situasi serta materi yang bersifat nyata.

Menurut McCoy, Baker dan Little (1996), cara terbaik untuk membantu siswa memahami matematika melalui representasi adalah dengan mendorong mereka untuk menemukan atau membuat suatu representasi sebagai alat atau cara berpikir dalam mengkomunikasikan gagasan matematika. Dengan demikian, kemampuan representasi ini diperlukan untuk membantu mereka dalam menyampaikan ide-ide sehingga tertuang dalam bentuk tulisan atau mengubah dari abstrak ke konkret sehingga dapat mempermudah dalam memahaminya. Kemampuan representasi ini juga membantu menemukan dan membuat suatu alat atau cara berpikir agar ide-ide gagasan matematis ini tersampaikan.

Menurut Hiebert dan Carpenter (1992),

representasi dapat dinyatakan sebagai representasi internal dan eksternal. Berpikir tentang ide matematika yang kemudian dikomunikasikan memerlukan representasi eksternal yang wujudnya antara lain verbal, gambar dan benda konkrit. Berpikir tentang ide matematika yang memungkinkan pikiran seseorang bekerja atas dasar ide tersebut merupakan representasi internal. Representasi internal tidak dapat diamati karena ada di dalam mental.

Menurut Kartini (2009) representasi dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu: 1) representasi visual (gambar, diagram grafik, atau tabel), 2) representasi simbolik (pernyataan matematik/notasi matematik, numerik/symbol aljabar), dan 3) representasi verbal (teks tertulis/katakata). Mokhammad dan Karunia (2015) menyatakan bahwa kemampuan representasi matematis adalah kemampuan menyajikan kembali notasi, simbol, tabel, gambar, grafik, diagram, persamaan atau ekspresi matematis lainnya ke dalam bentuk lain. Dalam penelitian ini, representasi matematis yang akan dinilai adalah representasi gambar, teks tertulis, persamaan atau ekspresi matematis. Beberapa penelitian sudah dilakukan untuk menganalisis kemampuan representasi matematis mahasiswa calon guru. Salah satunya dilakukan oleh Hafiziani (2015). Penelitian tersebut membandingkan kemampuan representasi matematis mahasiswa calon guru yang diberikan pembelajaran CPA (*Concrete Pictorial Abstract*) dan pembelajaran konvensional berdasarkan kemampuan awal matematika. Hasilnya menunjukkan bahwa kemampuan mahasiswa calon guru yang diberikan pembelajaran CPA memiliki kemampuan representasi matematis yang lebih baik. Penelitian ini hanya mendeskripsikan kemampuan representasi matematis mahasiswa calon guru berdasarkan kemampuan matematika yang ditentukan dari indeks prestasi kumulatif (IPK).

Mengingat pentingnya kemampuan representasi matematis dan mahasiswa calon guru yang dipersiapkan untuk menjadi guru

yang bisa membantu siswa merepresentasikan ide matematis dalam pembelajaran, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan representasi matematis mahasiswa calon guru dalam menyelesaikan masalah matematika. Karena peran guru menentukan kualitas pembelajaran, maka hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran kualitas calon guru ketika menyampaikan konsep di kelas. Selain itu, dapat memberikan wawasan kepada calon guru untuk lebih meningkatkan kemampuan representasi matematisnya melalui pengalaman dan latihan dalam menyelesaikan masalah matematika agar memiliki kemampuan representasi matematis yang baik.

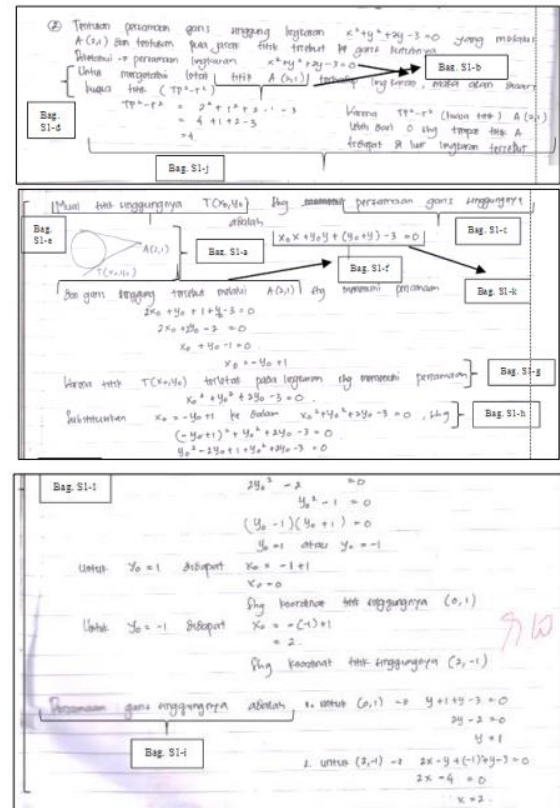
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif. Penelitian kualitatif adalah penelitian yang digunakan untuk meneliti pada kondisi obyek yang alamiah, dimana peneliti adalah sebagai instrumen kunci dan hasil penelitian kualitatif lebih menekankan makna dari pada generalisasi (Sugiyono, 2010). Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus. Studi kasus adalah deskripsi dan analisis intensif terhadap suatu fenomena, unit sosial, atau sistem yang dibatasi oleh tempat dan waktu (Bloomberg & Volpe, 2012). Desain studi kasus dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh pemahaman mendalam dari situasi dan makna representasi matematis yang dapat dilihat dari hasil *vignette*, perhatian lebih diutamakan pada proses daripada hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Soal yang digunakan untuk mengukur kemampuan representasi matematis mahasiswa calon guru matematika adalah soal geometri analitik bidang sebagai berikut.

Tentukan persamaan garis singgung lingkaran $x^2 + y^2 + 2y - 3 = 0$ yang melalui titik $A(2,1)$! Berikut ini adalah contoh jawaban subjek S1 yang dapat dilihat pada Gambar 1.

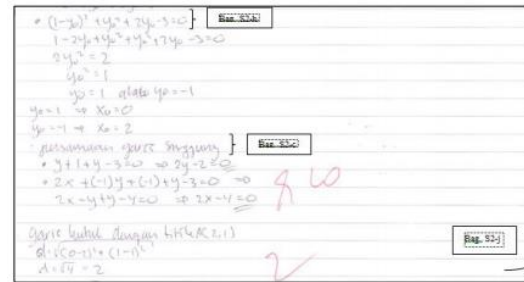
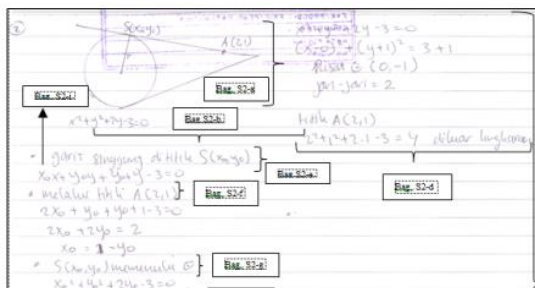


Gambar 1. Jawaban Subjek 1

Berdasarkan jawaban subjek S1 pada Bag. S1-a di atas, subjek S1 sudah dapat membuat gambar bangun geometri untuk memperjelas masalah dan memfasilitasi penyelesaian. Dalam hal ini, subjek S1 dapat menginterpretasi soal ke dalam bentuk gambar sehingga akan lebih mudah dalam menyelesaikan masalah. Jawaban subjek S1 pada Bag. S1-b di atas, terlihat bahwa subjek S1 sudah dapat membuat situasi masalah berdasarkan data atau representasi yang diberikan. Hal ini terbukti bahwa subjek S1 dapat menuliskan informasi yang ditemukan dalam soal yaitu persamaan lingkaran $x^2 + y^2 + 2y - 3 = 0$ dan titik $A(2,1)$ yang diketahui dalam soal. Pada jawaban subjek S1 Bag. S1-c tampak bahwa subjek S1 sudah dapat menulis interpretasi dari suatu representasi. Artinya dari informasi yang telah dituliskan sebelumnya, subjek S1 dapat mengetahui arah dari pertanyaan yang ada di dalam soal. Terbukti subjek S1 dapat menemukan dan menuliskan masalah apa yang harus diselesaikan dalam soal yaitu menentukan persamaan garis singgung lingkaran. Jawaban subjek S1 pada Bag. S1-d

sampai dengan Bag. S1-i menunjukkan bahwa subjek S1 sudah dapat menulis langkah-langkah penyelesaian masalah matematis dengan kata-kata. Dalam hal ini, subjek S1 sudah menuliskan tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam menyelesaikan masalah secara sistematis. Jawaban subjek S1 pada Bag. S1-k, subjek S1 sudah dapat membuat persamaan atau model matematis dari representasi lain yang diberikan. Pada jawaban Bag. S1-j terlihat bahwa ketika subjek S1 sudah mengetahui informasi yang diperoleh pada soal, maka langkah yang dilakukan subjek S1 adalah mencari kuasa titik A terhadap lingkaran. Karena kuasa titik A terhadap lingkaran terletak di luar lingkaran. Sedangkan pada Bag. S1-k, setelah subjek S1 mengetahui bahwa kuasa titik A terhadap lingkaran berada di luar, maka langkah selanjutnya adalah subjek S1 memisalkan ada sebuah titik yang terletak pada lingkaran dengan mengambil sebarang titik yaitu T (x_0, y_0) . Kemudian subjek S1 menentukan persamaan garis singgung lingkaran di titik T dengan membuat model matematikanya yaitu $x_0x + y_0y + (y_0 + y) - 3 = 0$.

Pada jawaban subjek S1 Bag. S1-l, subjek S1 sudah dapat melakukan penyelesaian masalah dengan melibatkan ekspresi matematis. Terbukti subjek S1 mampu menyelesaikan masalah dengan menuliskan prosesnya secara sistematis dan menggunakan model matematika. Dengan tahapan yang runtut, subjek S1 mampu menyelesaikan masalah dengan benar. Berikut ini (Gambar 2) adalah contoh jawaban subjek S2.



Gambar 2. Jawaban Subjek 2

Jawaban subjek S2 Bag. S2-a menunjukkan subjek S2 sudah dapat membuat gambar bangun geometri untuk memperjelas masalah dan memfasilitasi penyelesaian. Dapat dikatakan bahwa subjek S2 dapat menginterpretasi soal ke dalam bentuk gambar sehingga akan lebih mudah dalam menyelesaikan masalah. Pada jawaban Bag. S2-b, subjek S2 sudah dapat membuat situasi masalah berdasarkan data atau representasi yang diberikan. Subjek S2 juga dapat menuliskan informasi yang ditemukan dalam soal yaitu persamaan lingkaran $x^2 + y^2 + 2y - 3 = 0$ dan titik A (2,1) yang diketahui dalam soal. Pada jawaban Bag. S2-c, subjek S2 sudah dapat menulis interpretasi dari suatu representasi. Terbukti subjek S2 dapat menuliskan masalah apa yang harus diselesaikan dalam soal, yaitu mencari persamaan garis singgung lingkaran. Subjek S2 dapat menentukan masalah yang akan diselesaikan berdasarkan informasi yang telah dituliskan sebelumnya. Jawaban Bag. S2-d sampai dengan Bag. S2 h, terlihat bahwa Subjek S2 dapat menulis langkah-langkah penyelesaian masalah matematis dengan kata-kata. Dalam hal ini subjek S2 sudah menuliskan tahapantahapan yang harus dilakukan dalam menyelesaikan masalah secara sistematis. Pada jawaban subjek S2 Bag. S2-i, subjek S2 sudah dapat membuat persamaan atau model matematis dari representasi lain yang diberikan. Setelah subjek S2 mengetahui informasi pada soal, maka langkah yang dilakukan subjek S2 adalah mencari kuasa titik A terhadap lingkaran. Karena kuasa titik A terhadap lingkaran terletak di luar lingkaran, maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah Subjek S2 memisalkan ada sebuah titik yang

terletak pada lingkaran dengan mengambil sebarang titik yaitu $S(x_0, y_0)$. Kemudian subjek S2 menentukan persamaan garis singgung lingkaran di titik S dengan membuat model matematikanya yaitu $x_0x + y_0y + (y_0 + y) - 3 = 0$.

Berdasarkan jawaban subjek S2 pada Bag. S2-j terlihat bahwa subjek S2 sudah dapat melakukan penyelesaian masalah dengan melibatkan ekspresi matematis. Terbukti subjek S2 mampu menyelesaikan masalah dengan menuliskan prosesnya secara sistematis dan dengan menggunakan model matematika. Proses penyelesaian yang dilakukan subjek S2 dilakukan secara runtut sehingga subjek S2 dapat menyelesaikan masalah dengan benar.

Berikut ini adalah contoh jawaban subjek S3 yang dapat dilihat pada Gambar 3.

The image shows handwritten mathematical work on lined paper. The text at the top reads: "Temukan persamaan garis singgung lingkaran $x^2 + y^2 + 2y - 3 = 0$, melalui titik A(2,1)". Below this, the student has written several equations, some of which are partially crossed out or corrected. The visible equations are:
$$x_1x + y_1y + \frac{1}{2}(x_1 + x) + 3(y_1 + y) - 3 = 0$$

$$2x + y + \frac{1}{2}(2 + x) + 3(1 + y) - 3 = 0$$

$$2x + y - 1 - \frac{1}{2}x + \frac{3}{2}y - 1 = 0$$

Gambar 3. Jawaban Subjek 3

Berdasarkan jawaban subjek S3 di atas maka dapat dikatakan bahwa subjek S3 belum dapat membuat gambar bangun geometri untuk memperjelas masalah dan memfasilitasi penyelesaian, belum dapat membuat situasi masalah berdasarkan data atau representasi yang diberikan, belum dapat menulis interpretasi dari suatu representasi, belum dapat menulis langkah-langkah penyelesaian masalah matematis dengan kata-kata, belum dapat membuat persamaan atau model matematis dari representasi lain yang diberikan, dan belum dapat menyelesaikan masalah dengan melibatkan ekspresi matematis.

Subjek S3 langsung menuliskan penyelesaian masalahnya tanpa menuliskan informasi yang ada dalam soal. Akibatnya subjek S3 salah dalam melakukan penyelesaian masalah. Subjek S3 tidak menentukan kuasa titik A terhadap lingkaran sehingga subjek S3 tidak mengetahui letak titik A terhadap lingkaran. Subjek S3 menyelesaikan soal tersebut dengan menggunakan aturan membagi adil. Subjek S3 berpendapat bahwa titik A

terletak pada lingkaran. Padahal kuasa titik A terhadap lingkaran tersebut berada di luar. Seharusnya subjek S3 memisalkan titik singgungnya terlebih dahulu, setelah itu baru menentukan penyelesaian masalahnya.

Berdasarkan beberapa temuan dari penelitian ini, maka subjek S1 dan subjek S2 memenuhi semua indikator representasi matematis. Ini berarti bahwa kemampuan representasi matematis subjek S1 dengan kemampuan akademik tinggi dan subjek S2 dengan kemampuan akademik sedang memiliki kemampuan representasi matematis baik. Sedangkan kemampuan representasi matematis subjek S3 dengan kemampuan akademik rendah, berdasarkan analisis *vignette* masih kurang karena tidak satupun indikator representasi matematis yang muncul dalam jawaban subjek S3. Salah satu indikator yang tidak terpenuhi oleh subjek S3 membuat gambar bangun geometri untuk memperjelas masalah dan memfasilitasi penyelesaian. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Puji (2016) dimana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kemampuan representasi gambar mahasiswa masih belum menunjukkan peningkatan yang signifikan. Hasil tes menunjukkan bahwa merepresentasikan objek dalam bentuk gambar masih merupakan sesuatu yang dianggap sulit oleh mahasiswa.

Kemampuan representasi matematis mahasiswa tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan akademik saja tetapi bisa juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti penggunaan media dalam pembelajaran dan pengalaman atau latihan dalam menyelesaikan masalah matematika. Representasi matematis dapat ditingkatkan salah satunya menggunakan suatu media dalam pembelajaran. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Anggun dan Eka (2015). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan media GeoGebra berhasil meningkatkan kemampuan representasi matematis mahasiswa. Untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis mahasiswa calon guru, diperlukan media dalam

pembelajaran dan memfasilitasi pengalaman yang lebih dalam memecahkan masalah matematika. Berdasarkan hasil penelitian ini, kemampuan representasi matematis sangat penting untuk dimiliki mahasiswa calon guru matematika agar dapat membuat gambar bangun geometri dalam memperjelas masalah untuk memfasilitasi penyelesaian, menuliskan informasi berdasarkan data yang ada, menulis langkah-langkah penyelesaian masalah matematis, membuat persamaan atau model matematis, dan menyelesaikan masalah dengan melibatkan ekspresi matematis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, kemampuan representasi matematis subjek S1 dengan kemampuan akademik tinggi dan subjek S2 dengan kemampuan akademik sedang, berdasarkan hasil vignette, menunjukkan bahwa subjek S1 dan S2 mempunyai kemampuan representasi matematis yang baik karena memenuhi semua indikator representasi matematis. Sedangkan kemampuan representasi matematis subjek S3 dengan kemampuan akademik rendah masih kurang karena berdasarkan analisis hasil vignette tidak memenuhi semua indikator. Kemampuan representasi matematis mahasiswa calon guru tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan akademiknya, tetapi dipengaruhi juga oleh faktor lain seperti media pembelajaran yang digunakan, pengalaman, dan latihan. Dalam hal ini, diperlukan media dalam pembelajaran dan banyak latihan dalam menyelesaikan masalah matematis agar memiliki kemampuan representasi matematis yang baik. Mahasiswa calon guru matematika hendaknya mempunyai kemampuan representasi matematis yang baik agar bisa membantu siswa membuat

gambar bangun geometri dalam memperjelas masalah untuk memfasilitasi penyelesaian, menuliskan informasi berdasarkan data yang ada, menulis langkah-langkah penyelesaian masalah matematis, membuat persamaan atau model matematis, dan menyelesaikan masalah dengan melibatkan ekspresi matematis.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, peneliti dapat memberikan saran-saran sebagai berikut: (1) Melakukan penelitian representasi pada materi lain. (2) Analisis data dapat diperluas dengan menggunakan metode analisis lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L.W., & Krathwohl, D.R. (2001). *Kerangka landasan untuk pembelajaran, pengajaran, dan asesmen (Terjemahan)*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Astutik, S., & Prahani, B. K. (2018). The Practicality and Effectiveness of Collaborative Creativity Learning (CCL) Model by Using PhET Simulation to Increase Students' Scientific Creativity. *International Journal of Instruction*, 11(4), 409-424.
- Eveline, E., & Suparno, S. (2021). Analisis Higher Order Thinking Skills (HOTS) Siswa Sekolah Menengah Atas di Kota Pontianak. *QUANTUM: Jurnal Pembelajaran IPA dan Aplikasinya*, 1(1).
- Florida, Mellander, & King. (2015). The global creativity index. Retrieved from <http://martinprosperity.org/media/Global-Creativity-Index-2015.pdf>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74..

- Hattie, John. (2001). (Online).(<http://visible-learning.org/hattie-rankinginfluences-effect-sizes-learning-achievement/>, dikunjungi 8 Januari 2016)
- Hayati, D. P., Bintari, S. H., & Sukaesih, S. (2018). Implementation of the practicum methods with guided-discovery model to the student skill of science process. *Journal of Biology Education*, 7(1), 118-126.
- Indriana, D. (2011). *Ragam alat bantu media pengajaran*. Yogyakarta: DIVA Press.
- K. Whiting. (2020, Oct. 2020). *These are the top 10 job skills of tomorrow – and how long it takes to learn them* [Online]. Available <https://www.weforum.org/agenda/2020/10/top-10-work-skills-of-tomorrow-how-long-it-takes-to-learn-them/>
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan. (2013), *Gambaran Struktur Materi Pelatihan Guru Implementasi Kurikulum 2013*, Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia, Medan.
- Kurniasari, R. T. A., & Koeshandayanto, S. (2020). Perbedaan Higher Order Thinking Skills pada Model Problem Based Learning dan Model Konvensional. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(2), 170-174.
- Lavine, R. (2012). Guided Discovery Learning. N. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the sciences of learning*. Boston, MA: Springer US.
- Little, D. (1995). Learning as dialogue: The dependence of learner autonomy on teacher autonomy. *System*, 23(2), 175-181, doi: 10.1016/0346-251X(95)00006-6.
- Mardapi, D. (2012). *Pengukuran penilaian & evaluasi pendidikan*. Yogyakarta: Nuha Medika.
- Mulyaningsih, I. E. (2014). Pengaruh interaksi sosial keluarga, motivasi belajar, dan kemandirian belajar terhadap prestasi belajar. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 20(4), 441-451. doi: 10.24832/jpnk.v20i4.156.
- Munadi, Y. (2013). *Media pembelajaran (sebuah pendekatan baru)*. Jakarta: Referensi (GP Press Group)
- Permatasari, R. (2019). Korelasi antara hasil belajar dan metakognisi siswa sekolah dasar di nanga pinoh, kalimantan barat. *At-Thullab: Jurnal Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 3(2), 45-51.
- Prastowo, A. (2011). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Rusyan, A., Kusdinar, A., dan Arifin, Z. (1989). *Pendekatan dalam proses belajar mengajar*. Bandung: Remadja Karya.
- Salame, I. I., & Makki, J. (2021). Examining the use of PhEt simulations on students' attitudes and learning in general chemistry II. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(4), e2247.
- Schunk, D.H. (2012). *Learning theory: An educational Perspective (6th ed.)*. Boston: Pearson Education, Inc
- Simamora, R. E., & Saragih, S. (2019). Improving Students' Mathematical Problem Solving Ability and Self-Efficacy through Guided Discovery Learning in Local Culture Context. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(1), 61-72.
- Simamora, R. E., & Saragih, S. (2019). Improving Students' Mathematical Problem Solving Ability and Self-Efficacy through Guided Discovery Learning in Local Culture Context. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(1), 61-72.
- Sugiyono. (2016). *Metode penelitian kombinasi*. Bandung: Alfabeta
- Surya, Y. (2009). *Getaran dan Gelombang*. Tangerang: PT Kandel.
- Tipler, P.A. (1991). *Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations that enhance learning. *Science*, 322(5902), 682-683.
- Yilmaz, K. (2011). The cognitive perspective on learning: Its theoretical underpinnings and implications for classroom practices. *The Clearing*

House: A
Journal of Educational Strategies, Issues
and Ideas, 84(5), 204-212.
[https://doi.org/10.1080/00098655.2011.
568989](https://doi.org/10.1080/00098655.2011.568989).