**Analisis Kemampuan Siswa SMP dalam Memecahkan Masalah Fisika**

**pada Berbagai Bentuk Representasi Soal**

**I Wayan Gede Sutirta1), Muslimin2)**

1,2Program Studi Pendidikan Sains, Pasca Sarjana UNTAD

*Email:gedesutirta@gmail.com*

|  |  |
| --- | --- |
| **Sejarah Artikel**Diterima: Direviu: Dipublikasi: **Kata Kunci**pemecahan masalah;soal representasi. | ***Abstrak:*** *Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif, yang bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika pada berbagai bentuk representasi soal. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa SMP kelas IX di enam sekolah kota Palu. Responden untuk wawancara dalam penelitian berjumlah 4 orang untuk setiap bentuk representasi soal, dengan kriteria siswa yang menjawab benar, siswa yang menjawab ±50% benar, siswa yang menjawab salah, dan yang tidak menjawab. Instrumen yang digunakan adalah tes kemampuan pemecahan masalah dan wawancara. Data yang diperoleh dianalisis kualitatif meliputi reduksi data, menyajikan data dan verifikasi sedagkan analisis deskriptif dilakukan dengan menghitung skor total, menghitung persentase dan pengkategorian kemampuan pemecahan masalah. Hasil penelitian diperoleh rata-rata kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika pada berbagai bentuk representasi soal 21,86% (Kategori kurang), dengan persentase masing-masing bentuk representasi yakni representasi verbal 36,09% (kategori kurang), representasi gambar 23,78% (kategori Kurang), representasi diagram 19,47%(kategori sangat kurang) dan representasi grafik 8,10%(kategori sangat kurang).* |
| **Article History**Received: Reviewed: Published: **Key Words:** *Solution to problem, representation.* | ***Abstract:*** *This research is a descriptive study using qualitative, which aims to describe the ability of junior high school students to solve physics problems in various forms of problem representation. The subjects in this study were grade IX students in six Palu city schools. Respondents for interviews in the study of 4 people for each form of representation of the questions, with the responses of students who answered right, students who answered ± 50% correct, students who answered wrong, and who did not answer. The instrument used was a test of problem solving skills and interviews. The data obtained were analyzed qualitatively containing reduction data, presenting data and verifying descriptive analyzes carried out by calculating total scores, calculating percentages and categorizing the ability to calculate problems. The results obtained by the average ability of junior high school students in solving physics problems in various forms of problem representation 21.86% (less categories), with the percentage of each form representing verbal representations 36.09% (less categories), picture 23 representations, 78% (Poor category), 19.47% representation diagram (very poor category) and 8.10% graph representation (very poor category).* |

**PENDAHULUAN**

Fisika mempelajari tentang gejala alam yang dibentuk oleh interaksi berbagai besaran fisis. Dalam membentuk gejala alam, satu atau lebih besaran fisis saling berhubungan dan saling berinteraksi, hal ini menyulitkan siswa dalam memahaminya (Suhandi, 2012). Kesulitan lain dalam belajar fisika disebabkan antara lain, oleh berbagai hal yang berbeda yang melekat dalam presentasi pelajaran fisika. Hal-hal tersebut adalah sesi praktikum, rumus dan perhitungan, grafik, diagram, gambar, dan konsep (Nina dan Heru, 2018). Untuk memahami berbagai hubungan dan interaksi antara besaran fisis yang membentuk gejala alam dan kesulitan lain dalam pembelajaran fisika diperlukan kemampuan memecahkan masalah.

Salah satu ketrampilan yang diharapkan dimiliki siswa didalam kurikulum 2013 adalah keterampilan memecahkan masalah. Namun sejauh ini penerapan kurikulum 2013 belum mampu meningkatkan kemampuan siswa SMP kota Palu dalam memecahkan masalah fisika. Pedahal kemampuan memecahkan masalah merupakan keterampilan penting dalam sains, khususnya dalam fisika. Karena ketrampilan ini memberikan peluang bagi penerapan pengetahuan ilmiah. Dari pedagogis perspektif, pemecahan masalah dapat digunakan sebagai alat untuk menilai pembelajaran siswa (Haratua dan Judyanto, 2016) dan menjadi salah satu aspek dalam mengukur peningkatan hasil belajar siswa guna mewujudkan pembelajaran yang berkualitas (Erni dkk, 2018).

Salah satu indikator rendahnya kemampuan siswa SMP di kota Palu dalam memecahkan masalah fisika, dapat dilihat dari rendahnya hasil ujian nasional mata pelajaran IPA yang diperoleh siswa dalam tiga tahun terakhir. Dari skor total 100, di tahun 2017 nilai rata-rata ujian nasional 48,93, ditahun 2018 nilai rata-rata 44,43 dan ditahun 2019 nilai rata-rata 44,77.

 Soal-soal fisika disajikan dalam berbagai bentuk representasi misalnya bentuk representasi verbal, diagram, gambar dan grafik. Pemecahan masalah fisika untuk format representasi yang berbeda memerlukan langkah yang berbeda. Namun yang terjadi selama ini siswa sering langsung menggunakan persamaan matematis karena mereka tidak memiliki langkah atau prosedur yang cukup untuk menentukan solusi terbaik, akibatnya sebagian besar siswa tidak berhasil menemukan solusi dari permasalahan tersebut (Haratua dan Judyanto, 2016).

 Menurut Docktor dan Mastre (2014) pemecahan masalah dapat dijelaskan sebagai eksplorasi menggunakan multi representasi. Penggunaan representasi yang lebih kaya dengan meningkatkan variasi representasi eksternal yang memengaruhi konfigurasi kognitif memberikan hasil yang lebih efektif. Dapat dinyatakan bahwa banyak representasi akan memperlancar transformasi informasi dari satu bentuk ke bentuk lain (Mehmet dan Ayesegul, 2014).

Representasi dalam pembelajaran fisika dapat digunakan untuk meminimalisasi kesulitan siswa dalam belajar. Sebagaimana dinyatakan bahwa proses pemecahan masalah yang sukses bergantung kepada keterampilan merepresentasi masalah seperti mengonstruksi dan menggunakan representasi matematik, kata-kata, grafik, diagram, gambar, tabel, persamaan-persamaan, dan manipulasi simbol (Laras dkk, 2015).

 Beberapa hasil penelitian telah menunjukan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah fisika pada berbagai bentuk representasi soal, diantaranya Ana dkk (2019) menyatakan bahwa diagram dapat membantu siswa dalam pemecahan masalah tetapi efeknya secara statistik kurang signifikan. Zhongzhou dkk (2017) menyatakan untuk siswa dengan keterampilan rendah dan menengah keseluruhan siswa yang benar untuk masalah dengan menggunakan diagram adalah sekitar 5% lebih tinggi dari pada kondisi tanpa diagram, dan perbedaannya signifikan secara statistik. Namun, untuk siswa berkemampuan tinggi, perbedaan kinerja keseluruhan lebih kecil (<3%), dan secara statistik tidak signifikan hasil penelitian juga menunjukan bahwa untuk banyak masalah fisika manfaat diagram adalah sangat kecil.

 Penelitian tentang manfaat penggunanaan grafik juga menunjukan bahwa siswa masih kesulitan memecahkan masalah dalam bentuk grafik. Ana dkk(2018) menyatakan siswa mengalami kesulitan dalam memahami kemiringan grafik dan daerah yang terdapat dibawah grafik. Sejalan dengan Anton dkk(2016) yang menyatakan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah dalam bentuk grafik tergolong rendah. dalam penelitian yang berbeda Ana dkk (2017) menyatakan bahwa representasi grafis membantu memproses data dan mengurangi penggunaan data pada siswa, sehingga siswa yang memiliki representasi data grafis menghabiskan waktu lebih sedikit untuk memahami data.

 Dari beberapa hasil penelitian menunjukan bahwa penyajian masalah dengan menggunakan diagram/gambar dan grafik tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap kemampuan siswa dalam memecahkan masalah, pedahal disisi lain berbagai strategi pemecahan masalah telah diusulkan dan dilakukan, termasuk pemecahan masalah melalui beberapa bentuk gambar diagram. Misalnya, grup PER di Universitas Minnesota menyarankan untuk membuat sketsa gambar di langkah pertama memahami dan memvisualisasikan masalah. Selanjutnya langkah menggambarkan masalah, siswa diminta untuk menggambar diagram atau grafik yang membantu memahami masalah Ana dkk (2019). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk memperoleh gambaran kemampuan siswa dalam memecahkan masalah pada tiap bentuk representasi soal yang berbeda.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan hanya fokus pada peran diagram, gambar dan grafik terhadap kemampuan siswa dalam memecahkan masalah fisika, belum banyak penelitian yang memberi gambaran kemampuan siswa dalam memecahkan masalah fisika pada berbagai bentuk representasi soal, terutama jika dikaji berdasarkan indikator pemecahan masalah dari Polya. Sehingga tulisan ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah fisika pada berbagai bentuk representasi soal.

**METODE**

 Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif yang bertujuan mendeskripsikan kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika pada berbagai bentuk representasi soal. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa SMP kelas IX di enam sekolah kota Palu. Responden untuk wawancara dalam penelitian berjumlah 4 orang untuk setiap bentuk representasi soal, dengan kriteria siswa yang menjawab benar, siswa yang menjawab ±50% benar, siswa yang menjawab salah, dan yang tidak menjawab. Instrumen yang digunakan adalah tes kemampuan pemecahan masalah dan wawancara.

 Analisis deskriptif kualitatif dilakukan dengan tahapan menentukan persentase kemampuan memecahkan masalah fisika untuk masing-masing bentuk representasi soal berdasarkan indikator pemecahan masalah dari Polya, dihitung dengan rumus:

$$Persentase=\frac{jum skor perolehan}{skor mak}x100\%$$

Kemudian dilakukan pengkategorian kemampuan siswa dalam memecahkan masalah fisika pada berbagai bentuk representasi soal. seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Kategori Kemampuan Memecahkan Masalah

|  |  |
| --- | --- |
| Persentase kemampuan siswa | Kategori |
| 81 – 10061 – 8041 – 6021 – 400 - 20 | Sangat baikBaikCukupKurangSangat kurang |

(Suci dkk, 2017)

Berdasarkan hasil analisis tes kemampuan memecahkan masalah selanjutnya dilakukan wawancara.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. **Kemampuan Memecahkan Masalah Berbagai Bentuk Representasi Soal**

 Kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika yang diteliti adalah kemampuan memecahkan masalah fisika pada soal bentuk representasi verbal, diagram, gambar dan grafik. Hasil tes diolah berdasarkan indikator pemecahan masalah dari Polya. Hasil tes tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

Diagram 1.

**Gambar 1.** Representasi Verbal, Diagram, Gambar dan Grafik

Hasil tes kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika pada berbagai bentuk representasi soal diperoleh persentase rata-rata 21,86 (berada pada kategori kurang). Dari keempat bentuk representasi soal, kemampuan memecahkan masalah yang tertinggi berturut-turut adalah kemampuan memecahkan masalah fisika pada soal dalam bentuk representasi verbal dan gambar yaitu sebesar 39,09% dan 23,79%, diikuti dengan bentuk representasi diagram dan grafik yaitu sebesar 19,45% dan 8,10%. Kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika dalam bentuk representasi verbal lebih tinggi dibandingkan kemampuan memecahkam masalah dalam bentuk representasi gambar, diagram dan grafik dikarenakan siswa terbiasa memecahkan masalah dalam bentuk representasi verbal. Berdasarkan hasil wawancara, dalam kegiatan pembelajaran siswa lebih sering dihadapkan dengan permasalahan dalam bentuk representasi verbal dibandingkan bentuk representasi gambar, diagram dan grafik. Hal ini menjadikan siswa terbiasa menyelesaikan permasalahan dalam bentuk representasi verbal. Sejalan dengan Wahyuddin (2016) yang mengungkapkan kemampuan representasi verbal dalam kegiatan pengajaran menentukan keberhasilan seseorang dalam belajar. Sebab dengan kemampuan verbal yang tinggi seseorang dapat mengerti ide serta konsep dan juga dapat dengan mudah berfikir dan memecahkan masalah.

1. **Kemampuan memecahkan masalah soal representasi verbal.**

 Hasil tes kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika pada soal bentuk representasi verbal rerdasarkan indikator Polya dapat dilihat pada diagram 2.

Gambar 2. Pemecahan Masalah polya representasi verbal

Kemampuan siswa SMP dalam menyelesaikan masalah fisika dalam bentuk representasi verbal diperoleh persentase rata-rata 39,06 (berada pada kategori kurang). Berdasarkan hasil wawancara salah satu faktor penyebab siswa kesulitan dalam menyelesaikan masalah verbal karena masalah yang disajikan dalam bentuk verbal masih bersifat abstrak, sehingga memerlukan kemampuan untuk mengkongretkan permasalahan sebelum menyelesaikan secara matematika. Siswa yang yang membuat representasi gambar/diagram terlebih dahulu sebelum menyelesaikan ke persamaan matematika dapat memecahkan masalah dengan baik. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Haratua dan Judyanto (2016) yang menemukan banyak siswa sukses menyelesaikan masalah yang didahului dengan proses visualisasi menggunakan sketsa atau diagram, daripada siswa yang langsung pada penyelesaian matematis. Sedangkan berdasarkan indikator polya siswa mengalami kesulitan tertingi pada tahap mengecek kembali dengan persentase rata-rata 8,08% (kategori sangat kurang). Hasil ini sesuai dengan penelitian Anton dkk (2016). Berdasarkan hasil wawancara rendahnya kemampuan mengecek kembali jawaban disebabkan karena dalam proses pembelajaran siswa kurang dilatih cara untuk mengecek kembali jawaban. Dalam kegiatan pembelajaran, guru lebih dominan menggunakan pendekatan penilaian akhir pembelajaran (*Assessment of learning*) dan penilaian proses pembelajaran (*Assessment for learning*) yang terfokus hanya pada hasil belajar, dibandingkan menggunakan pendekatan penilaian sebagai pembelajaran (*Assessment as learning*).

1. **Kemampuan memecahkan masalah soal representasi diagram.**

 Hasil tes kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika pada soal bentuk representasi diagram berdasarkan indikator Polya dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Kemampuan memecahkan polya representasi diagram

 Kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika pada soal bentuk representasi diagram berada pada kategori sangat kurang dengan persentase rata-rata 19,47. Ini disebabkan karena siswa tidak memahami arti fisis dari konsep-konsep fisika pada diagram. Ketika diagram disajikan siswa cenderung memahami masalah berdasarkan sajian diagram tidak berdasarkan konsep, siswa tidak mampu menganalisa diagram dan tidak mampu menerjemahkanya kedalam bentuk kalimat.

 Berdasarkan hasil wawancara, siswa yang berhasil memecahkam masalah fisika dalam bentuk diagram adalah siswa yang mampu menerjemahkan masalah dalam bentuk diagram kedalam bentuk kalimat sesuai dengan konsep fisika yang mendasari masalah. Menurut Sudjarwanto (2014) siswa harus mampu mengenali masalah sesuai dengan prinsip/konsep agar mampu menentukan proses selanjutnya dalam memecahkan masalah fisika. Disisi lain penggunaan representasi diagram menuntut lebih banyak aktivitas berfikir siswa, karena siswa harus membaca diagram, memahami diagram, menganalisis simbol, serta menyimpulkan kemudian menentukan langkah pemecahan masalah. Penggunaan simbol-simbol pada diagram juga dapat menimbulkan kebinggungan pada diri siswa. Ana (2019) menyatakan bahwa diagram dapat membantu siswa dalam pemecahan masalah tetapi efeknya secara statistik kurang signifikan. Sejalan dengan Ana, Zhongzhou dkk (2017) menyatakan bahwa untuk banyak masalah fisika, manfaat diagram adalah sangat kecil dan mungkin tidak membenarkan upaya untuk membuatnya. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa manfaat menyediakan diagram kecil, dan dalam kasus-kasus tertentu bahkan dapat merusak penyelesaian masalah.

1. **Kemampuan memecahkan masalah soal representasi gambar.**

 Hasil tes kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika pada soal bentuk representasi gambar berdasarkan indikator Polya dapat dilihat pada Gambar 4.

Diagram 4.

Gambar 4. Kemampuan pemecahan masalah Polya representasi gambar.

 Kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika pada soal bentuk representasi gambar berada pada kategori kurang (persentase rata-rata 23,79). Pada umumnya siswa mampu memahami gambar, ini dapat dilihat dari kemampuan memahami masalah 36,04%. Persentase ini lebih tinggi dibandingkan indikator lainya. Namun siswa tidak mampu memahami arti fisis dari gambar, tidak mampu menterjemahkan makna dari gambar kebentuk simbolik, sehingga mereka tidak mampu membuat rencana penyelesaian dari permasalahan tersebut. Ketika gambar disajikan siswa menganalisis gambar tanpa mengaitkan dengan konsep, sehingga jawaban siswa kurang tepat. Berdasarkan hasil wawancara, siswa yang berhasil memecahkan masalah fisika dalam bentuk gambar adalah siswa yang mampu merepresentasikan masalah dalam bentuk gambar kedalam bentuk simbolik sesuai dengan prinsip dan konsep fisika yang mendasari masalah. Menurut Haratua (2016) kemampuan mengidentifikasi variabel melalui kalimat verbal maupun non verbal menggunakan simbol adalah sangat membantu untuk membuat rencana pemecahan masalah.

Penyajian soal dalam bentuk gambar membantu siswa dalam memahami masalah. Namun pemahaman yang lebih baik belum tentu mempengaruhi langkah selanjutnya dalam penyelesaian masalah, ini terlihat dari persentase hasil pemecahan masalah dimana persentase kemampuan siswa dalam memahami masalah 36,04%, membuat rencana 28,06%, melaksanakan rencana 26,14%, dan memeriksa kembali 0,15%. Ana dkk (2019) menyatakan bahkan jika diagram/gambar itu berguna dalam tahap awal dalam memvisualisasikan masalah, tetapi tidak akan menjamin implementasi yang lebih efisien dari fase selanjutnya dalam pemecahan masalah.

 Kesulitan lain yang dihadapi siswa adalah ketidakmampuanya menentukan solusi untuk menyelesaikan permasalahan, siswa kesulitan menggunakan/memahami konsep dan rumus. Misalnya dalam menentukan tegangan dan kuat arus, siswa tidak memahami konsep tegangan dan kuat arus pada rangkaian seri, rangkaian paralel dan rangkaian gabungan. Siswa juga masih lemah dalam operasi matematika terutama operasi hitung bilangan pecahan. Sejalan dengan hasil penelitian Rismatul dkk (2015) yang menyatakan siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan fisika, kesulitan tersebut meliputi kesulitan memahami konsep dan rumus, kesulitan menggunakan persamaan atau rumus, dan kesulitan memahami gambar.

1. **Kemampuan memecahkan masalah soal bentuk representasi grafik berdasarkan indikator Polya.**

 Kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika pada soal bentuk representasi grafik berdasarkan indikator Polya dapat dilihat pada Gambar 5.

**Gambar 5.** Kemampuan memecahkan masalah Polya soal bentuk representasi grafik

 Kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika pada soal bentuk representasi grafik berada pada kategori sangat kurang (persentase rata-rata 8,06%). Berdasarkan hasil wawancara rendahnya kemampuan siswa SMP dalam memecahan masalah dalam bentuk representasi grafik, dikarenakan sebagian besar siswa kesulitan mengungkapkan makna fisis dari grafik dan kesulitan menghubungkan makna grafik ke fenomena yang sesunguhnya. Kesulitan lain yang dialami siswa adalah kesulitan memahami kemiringan grafik dan daerah yang terdapat dibawah kurva, siswa memahami kemiringan grafik sebagai gambaran nyata suatu keadaan, misalnya pada permasalahan yang disajikan(grafik hubungan antara kecepatan terhadap waktu GLBB diperlambat) siswa menganggap kemiringan grafik sebagai lintasan benda yang bergerak menurun dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah. Siswa juga tidak memahami bahwa daerah dibawah kurva pada grafik memiliki arti fisis, dalam hal ini luas derah dibawah kurva adalah jarak tempuh benda. Senada dengan Ana dkk (2018) yang menyatakan bahwa siswa masih kesulitan dalam memaknai kemiringan dan luas area dibawah kurva yang disebabkan lemahnya pemahaman siswa tentang konsep-konsep penting yang berkaitan dengan grafik, ini menunjukkan memahami area di bawah grafik adalah konsep yang cukup sulit yang tidak mungkin dikembangkan tanpa pengajaran dan pembelajaran formal, dan lebih dari itu perhatian harus diberikan pada topik ini dalam pembelajaran fisika.

**KESIMPULAN**

 Kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika pada berbagai bentuk representasi soal berada pada kategori kurang dengan persentase rata-rata 21,86%. Sementara kemampuan untuk masing-masing bentuk representasi soal :

1. Kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika untuk soal bentuk representasi verbal berada pada kategori kurang. Berdasarkan indikator polya, diperoleh persentase kemampuan memahami masalah 38,98%, kemampuan menyusun rencana 54,06%, kemampuan melaksanakan rencana 35,16% dan kemampuan memeriksa kembali jawaban 0,34%.
2. Kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika untuk soal bentuk representasi diagram berada pada kategori sangat kurang. Berdasarkan indikator polya, diperoleh persentase kemampuan memahami masalah 25,16%, kemampuan menyusun rencana 19,21%, kemampuan melaksanakan rencana 27,39% dan kemampuan memeriksa kembali jawaban 0%.
3. Kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika untuk soal bentuk representasi gambar berada pada kategori kurang. Berdasarkan indikator polya, diperoleh persentase kemampuan memahami masalah 36,04%, kemampuan menyusun rencana 28,06%, kemampuan melaksanakan rencana 26,14% dan kemampuan memeriksa kembali jawaban 0,15%.
4. Kemampuan siswa SMP dalam memecahkan masalah fisika untuk soal dalam bentuk representasi grafik berada pada kategori sangat kurang. Berdasarkan indikator polya, diperoleh persentase kemampuan memahami masalah 8,64%, kemampuan menyusun rencana 10,19%, kemampuan melaksanakan rencana 9,45% dan kemampuan memeriksa kembali jawaban 0,05%.

**SARAN**

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat sejauh mana pengaruh bentuk representasi soal terhadap kemampuan siswa dalam memecahkan masalah fisika.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya penulis haturkan kepada kedua orangtua yang mendukung dalam semua hal, rekan-rekan sejawat dan para dosen yang selalu memberikan dukungan moral, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

Ana, S., Andreja, B., Maja, P., Marko, M., & Marijan, P. (2019). Role of diagrams in problem solving: An evaluation of eye-tracking. *Physical Review Education Research*. 15 : 1-6.

Ana, S., Andreja, B., Petra, M., Maja, P., & Marijan, P.(2017). Graphical Representations of Data Improve Student Understanding of Measurement and Uncertainty: An eye-tracking Study*.Physical Review Education Research*. 13(2) : 1-20.

Ana, S., Andreja, B., Elizabeta, K., Maja P., & Marijan P. (2018). Student understanding of graph slope and area under a graph: A comparison of physics and nonphysics students*.* *Physical Review Education Research*. 14 : 1-15

Anton, S., Sunyoto, E., & Ian, Y. (2016). *A*nalisis Kesulitan Siswa Dalam Menyelesaikan Masalah Fisika Berbentuk Grafik. *Unnes Physics Education Journal*. 5 (3): 32-39.

Docktor, J. L., & Mastre, J. P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. *Phisical Review Special Topics -Physics Education Research*. 10 :1-58.

Haratua, T., & Judyanto, S. (2016). Representations Based Physics Instruction to Enhance Students’ Problem Solving*.* *American Journal of Educational Research.* 4 (1) : 1-4.

Laras, W., Siswoyo, & Fauzi, B. (2015). *Pengaruh Pendekatan Multi Representasi dalam*. Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika. 1(1) : 31-38.

Mehmet A, K., & Ayesegul S, A. (2014). Effectiveness of Multiple Representations for Learning Energy. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116 : 627 – 632.

Nina, L., & Heru, K. (2018). Improving the Competence of Diagrammatic and Argumentative Representation in Physics through Android-based Mobile Learning Application. *International Journal of Instruction*. 11(3) : 106-122.

Polya, G., 1971. “*How to solve It. Second Edition*”. New Jersey: Princeton University Press

Rismatul,A.,Lia,Y.,& Eni,L.(2015). The Physic Problem Solving Difficulties On High School Student.J*urnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*. 5 (2) : 44-50

Suci, A., Yusuf, H., & Cecil, H. (2017). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa pada pembelajaran Matematika Menggunakan Strategi Abduktif-Deduktif di SMA negeri 1 Indralaya Utara. *Jurnal Elemen*. 3(1) : 25-34

Suhandi, A., Wibowo, F. (2012).Pendekatan Multi Representasi dalam Pembelajaran Usaha-Energi dan Dampak Terhadap Pemahaman Konsep Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 18:1-7.

Sujarwanto, E., Hidayat, A., & Wartono. (2014). Kemampuan Memecahkan Masalah Fisika Pada Modeling Instruction Pada Siswa SMA Kelas XI*. Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 3 (1) : 65-78.

Wahyuddin. (2016). *Analisis Kemampuan Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Ditinjau dari Kemampuan Verbal.* Jurnal Tadris Matematika. 9(2): 148-160

Zhongzhou, C., Neset, D., Young Jeng, C., & David, E. (2017). *To draw or not to draw? Examining the necessity of problem diagrams using massive open online course eksperiment*. Physical Review Physics Education Research,13: 1-12.