

## PENERAPAN RAGAM MEDIA VISUAL UNTUK MENINGKATKAN LEVEL PEMAHAMAN KONSEP DAYA LISTRIK MAHASISWA CALON GURU FISIKA TAHUN AKADEMIK 2020/2021

Yulianti Yusal<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Tadris Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Tarbiyah, Institut Agama Islam Negeri Kediri, Kota Kediri, Provinsi Jawa Timur, Indonesia

Corresponding author : Yulianti Yusal  
Email : yuliantiyusal@iainkediri.ac.id

Diterima 26 April 2022, Direvisi 14 Mei 2022, Disetujui 15 Mei 2022

### ABSTRAK

Penelitian penerapan ragam media visual untuk meningkatkan level pemahaman konsep rangkaian arus searah calon guru fisika telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah penerapan ragam media visual pada perkuliahan fisika dasar dapat lebih meningkatkan jumlah calon guru fisika yang mencapai level pemahaman konsep secara utuh dibanding penerapan pembelajaran konvensional. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *quasi eksperiment* dengan *pretest-posttest control group design*. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh mahasiswa semester satu yang program mata kuliah fisika dasar yang berjumlah 89 mahasiswa di salah satu perguruan tinggi di Sulawesi Selatan. Sampel dipilih 60 mahasiswa yang terbagi pada dua kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan jumlah pada masing-masing kelas yaitu 30 mahasiswa yang diambil secara acak kelas. Instrumen tes yang digunakan pada penelitian ini adalah instrumen tes level pemahaman konsep dalam bentuk uraian dengan mencakup 3 bagian soal, dua bagian soal yaitu soal 1 (S1) dan soal 2 (S2) menghendaki reaksi berbentuk deskripsi verbal serta satu bagian soal yaitu soal 3 (S3) menghendaki reaksi berbentuk deskripsi gambar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah mahasiswa yang mencapai level pemahaman konsep yang utuh setelah mengikuti perkuliahan fisika dasar melalui penerapan ragam media visual lebih banyak daripada melalui penerapan pembelajaran konvensional. Dengan demikian, penerapan ragam media visual pada perkuliahan fisika dasar dapat lebih meningkatkan jumlah calon guru fisika yang mencapai level pemahaman konsep secara utuh dibanding penerapan pembelajaran konvensional.

**Kata kunci:** ragam media visual; level pemahaman konsep; rangkaian arus searah

### ABSTRACT

Research on the application of various visual media to increase the level of understanding of the direct current circuit concept for pre-service physics teacher has been carried out. This study aims to determine whether the application of various visual media in basic physics lectures can further increase the number of pre-service physics teacher who reach the level of complete concept understanding compared to the application of conventional learning. The research method used in this study is a quasi-experimental method with a pretest-posttest control group design. The population in this study were all first semester students who took basic physics courses, totaling 89 students at a university in South Sulawesi. The sample was selected by 60 students who were divided into two classes, namely the experimental class and the control class, with the number of students in each class being 30 students who were taken at random. The test instrument used in this study was a concept understanding level test instrument in the form of a description, by covering 3 parts of the question, two parts of the question, namely question 1 (S1) and question 2 (S2) requiring a reaction in the form of a verbal description and one part of the question, namely question 3 (S3) requiring a reaction in the form of an image description. The results showed that the number of students who reached the level of complete concept understanding after attending basic physics lectures through the application of a variety of visual media was more than through the application of conventional learning. Thus, the application of various visual media in basic physics lectures can further increase the number of pre-service physics' teacher who reach the level of complete concept understanding compared to the application of conventional learning.

**Keywords:** variety of visual media; level of concept understanding; direct current circuit

## PENDAHULUAN

Keterampilan abad 21 adalah keterampilan-keterampilan yang dibutuhkan sebagai bekal dalam menghadapi persaingan di abad 21 yang semakin ketat (Stevens, 2012). Keterampilan pengambilan keputusan merupakan salah satu keterampilan yang dibutuhkan dalam menghadapi persaingan di abad 21 yang semakin ketat. Pemahaman konsep mahasiswa tentang sains digunakan dan berpengaruh dalam proses pengambilan keputusan (Paraskeva-Hadjichambi et al., 2015)(Asha & Al Hawi, 2016)(Yusal et al., 2021)(Fang et al., 2018)(Lindahl & Linder, 2015)(Evagorou et al., 2012). Pemahaman konsep digunakan oleh mahasiswa sebagai dasar untuk membangun keterampilan pengambilan keputusan dalam memecahkan permasalahan (Hadzigeorgiou et al., 2012)(Asli et al., 2021). Oleh karena itu, pemahaman konsep perlu ditanamkan kepada mahasiswa agar dapat menjadi dasar dalam membangun keterampilan abad 21.

Pemahaman konsep mahasiswa memiliki level yang berbeda-beda terhadap materi ajar Fisika. Beberapa kategori level pemahaman konsep terhadap materi fisika yaitu level memahami konsep secara utuh (MSU), level memahami konsep secara parsial (MSP), dan level tidak memahami konsep (TM) (Westbrook & Marek, 1992)(Abraham et al., 1992)(Çalik & Ayas, 2005). Mahasiswa memahami konsep secara utuh apabila tanggapan mahasiswa mencakup semua komponen penjelasan teoritis serta penjelasan mahasiswa memiliki basis molekuler dan seluler. Mahasiswa memahami secara parsial apabila tanggapan mahasiswa berisi sebagian penjelasan teoritis dan ada penjelasan teoritis yang salah. Sedangkan, mahasiswa tidak memahami konsep apabila seluruh penjelasan mahasiswa salah.

Pemahaman konsep mahasiswa dapat ditanamkan dengan menerapkan ragam media visual dalam pembelajaran. Berbagai ragam media visual yang dapat menanamkan konsep mahasiswa meliputi, media animasi (Yanti et al., 2017) dan media simulasi (Sabrina & Wasis, 2019)(Sinulingga et al., 2016)(Hidayah & Dwikoranto, 2018). Ragam media visual membantu mahasiswa memahami konsep secara utuh karena dapat menampilkan konsep abstrak misalnya molekuler. Simulasi virtual sering digunakan untuk membuat konsep-konsep ilmiah abstrak lebih dapat dipahami oleh mahasiswa (Chiu & Lin, 2005).

Daya listrik adalah salah satu sub materi dari materi rangkaian arus searah. Daya listrik adalah tingkat energi yang diserap pada suatu piranti elektronik. Daya listrik merupakan materi

yang abstrak, dimana fenomena mikro perubahan energi listrik tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Oleh karena itu, penerapan ragam media visual dapat membantu dalam menanamkan pemahaman konsep mahasiswa tentang materi daya listrik. Media visual layak digunakan dan mampu memfasilitasi dalam menanamkan pemahaman konsep siswa pada materi listrik (Prasetyo & Rusimamto, 2015)(Sinulingga et al., 2016). Selain itu, daya listrik merupakan materi yang banyak diaplikasikan di dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, pemahaman materi daya listrik penting untuk ditanamkan kepada mahasiswa sehingga pemahaman tersebut dapat langsung diaplikasikan dalam kehidupan masyarakat setelah lulus.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian penerapan ragam media visual untuk meningkatkan level pemahaman konsep daya listrik mahasiswa calon guru fisika. Permasalahan yang ingin dijawab pada penelitian ini adalah "apakah penerapan ragam media visual pada perkuliahan fisika dasar dapat lebih meningkatkan jumlah calon guru fisika yang mencapai level pemahaman konsep secara utuh dibanding penerapan pembelajaran konvensional?" Peneliti memaparkan hasil dan proses penelitian yang dilakukan terkait penerapan ragam media visual untuk meningkatkan level pemahaman konsep daya listrik mahasiswa calon guru fisika.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *quasi eksperiment*. Desain penelitian yang digunakan adalah *pretest-posttest control group design* dimana sampel penelitian dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kedua kelompok tersebut diberikan perlakuan yang berbeda, kelompok eksperimen diberikan perlakuan dengan menerapkan ragam media visual sedangkan kelompok kontrol diberikan perlakuan pembelajaran dengan pembelajaran yang biasa digunakan di tempat penelitian (pembelajaran konvensional). Sebelum diberikan perlakuan, terhadap kedua kelompok dilakukan *pretest* untuk mengukur level pemahaman konsep awal mahasiswa. Setelah perlakuan diberikan, selanjutnya terhadap kedua kelompok dilakukan *posttest* untuk mengukur level pemahaman konsep akhir mahasiswa. Peningkatan dari *pretest* ke *posttest* yang dicapai kedua kelompok, menjadi acuan untuk menganalisis efektivitas dari penerapan pembelajaran ragam media visual dalam meningkatkan level pemahaman konsep mahasiswa calon guru fisika. Desain penelitian

yang digunakan, secara bagan ditunjukkan pada Gambar 1.

Kelompok	<i>Pretes</i>	<i>Treatment</i>	<i>Posttes</i>
	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>
<b>Eksperimen</b>	$O_1$	X	$O_2$
<b>Kontrol</b>	$O_3$	Y	$O_4$

**Gambar 1.** Desain Penelitian

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa  $O_1$  adalah *pretest* level pemahaman konsep pada kelas eksperimen,  $O_2$  adalah *posttest* level pemahaman konsep pada kelas eksperimen, X adalah perlakuan berupa penerapan ragam media visual,  $O_3$  adalah *pretest* level pemahaman konsep pada kelas kontrol,  $O_4$  adalah *posttest* level pemahaman konsep pada kelas kontrol, Y adalah perlakuan berupa penerapan pembelajaran konvensional.

Populasi pada penelitian ini adalah mahasiswa calon guru fisika yang program mata kuliah fisika dasar pada salah satu perguruan tinggi di Sulawesi Selatan yang berjumlah 89 mahasiswa. Sampel dipilih sebanyak 60 mahasiswa yang terbagi pada dua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan jumlah mahasiswa pada masing-masing kelas adalah 30 orang. Sampel dipilih dengan menggunakan teknik sampling acak kelas. Dengan teknik ini, mahasiswa tetap berada pada kelas yang tersedia, kemudian secara undian dipilih dua kelas yang akan menjadi sampel penelitian dari seluruh kelas yang ada. Dengan cara demikian, terpilih satu kelas sebagai kelas eksperimen yang mendapat perlakuan pembelajaran dengan menerapkan ragam media visual dan satu kelas lagi sebagai kelas kontrol yang mendapat perlakuan pembelajaran yaitu pembelajaran konvensional.

Instrumen tes yang digunakan pada penelitian ini adalah instrumen tes level pemahaman konsep yang digunakan untuk mengidentifikasi level pemahaman konsep mahasiswa terhadap konsep-konsep yang tercakup dalam materi ajar rangkaian arus

searah yaitu daya pada saat sebelum dan sesudah perlakuan pembelajaran dilaksanakan. Tes pemahaman konsep ini dikonstruksi dalam wujud uraian dengan mencakup 3 bagian soal, dua bagian soal ialah soal 1 (S1) serta soal 2 (S2) menghendaki reaksi berbentuk deskripsi verbal serta satu bagian soal ialah soal 3 (S3) yang menghendaki reaksi berbentuk deskripsi gambar. Gambar 2 menunjukkan instrumen penelitian level pemahaman konsep yang digunakan pada penelitian ini.

- |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>a. Apa yang dimaksud dengan daya listrik?</p> <p>b. Jelaskan mekanisme perubahan energi listrik menjadi energi kalor pada saat melewati hambatan!</p> <p>c. Gambarkan mekanisme perubahan energi listrik menjadi energi kalor pada saat melewati hambatan!</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Gambar 2.** Instrumen Tes Level Pemahaman Konsep Materi Daya Listrik

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dengan memberi perlakuan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Perlakuan yang diberikan pada kelas eksperimen berupa penerapan ragam media visual. Sedangkan, perlakuan yang diberikan pada kelas kontrol berupa penerapan pembelajaran konvensional. Sebelum perlakuan dilakukan, terlebih dahulu melakukan *pretest* level pemahaman konsep pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui level pemahaman konsep awal mahasiswa. Setelah kegiatan perlakuan pada kedua kelas selesai, dilakukan *posttest* untuk mengetahui perubahan level pemahaman konsep mahasiswa setelah perlakuan dilakukan. Tabel 1. memperlihatkan rangkuman jumlah mahasiswa calon guru fisika pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk setiap level pemahaman konsep saat sebelum dan sesudah pelaksanaan pembelajaran melalui penerapan ragam media visual dan pembelajaran konvensional.

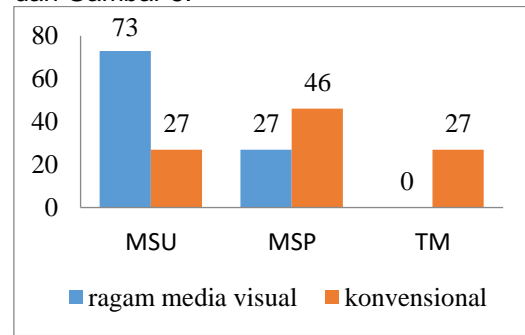
**Tabel 1.** Rekapitulasi jumlah mahasiswa pada kedua kelas untuk setiap level pemahaman konsep

Level Pemahaman Konsep	Jumlah mahasiswa pada kelas ragam media visual		Jumlah mahasiswa pada kelas konvensional	
	Sebelum pembelajaran (%)	Setelah pembelajaran (%)	Sebelum pembelajaran (%)	Setelah pembelajaran (%)
Memahami secara utuh (MSU)	0	73	0	27
Memahami secara parsial (MSP)	37	27	40	46
Tidak memahami (TM)	63	0	60	27

Pada Tabel 1 diperoleh bahwa terjadi perubahan jumlah mahasiswa yang mencapai level memahami secara utuh (MSU) dari sebelum ke sesudah pelaksanaan perkuliahan baik di kelas eksperimen (kelas ragam media visual) dan di kelas kontrol (kelas konvensional) yaitu menjadi lebih banyak. Namun, jika dibandingkan antara jumlah mahasiswa yang mencapai level pemahaman konsep secara utuh di kelas eksperimen dan di kelas kontrol, diperoleh bahwa jumlah mahasiswa di kelas eksperimen (kelas ragam media visual) yang mencapai level pemahaman konsep secara utuh jauh lebih tinggi dibanding jumlah mahasiswa yang mencapai level memahami secara utuh di kelas konvensional terkait materi daya listrik. Sebaliknya, jumlah mahasiswa di kelas ragam media visual yang berada pada level memahami secara parsial (MSP) dan level tidak memahami (TM) jauh lebih rendah dibanding jumlah mahasiswa yang berada pada level memahami secara parsial (MSP) dan level tidak memahami (TM) di kelas konvensional. Jika perbandingan jumlah mahasiswa di kedua kelas untuk setiap level pemahaman konsep dilukiskan dalam sebuah diagram batang, maka akan di dapat diagram batang seperti pada Gambar 3.

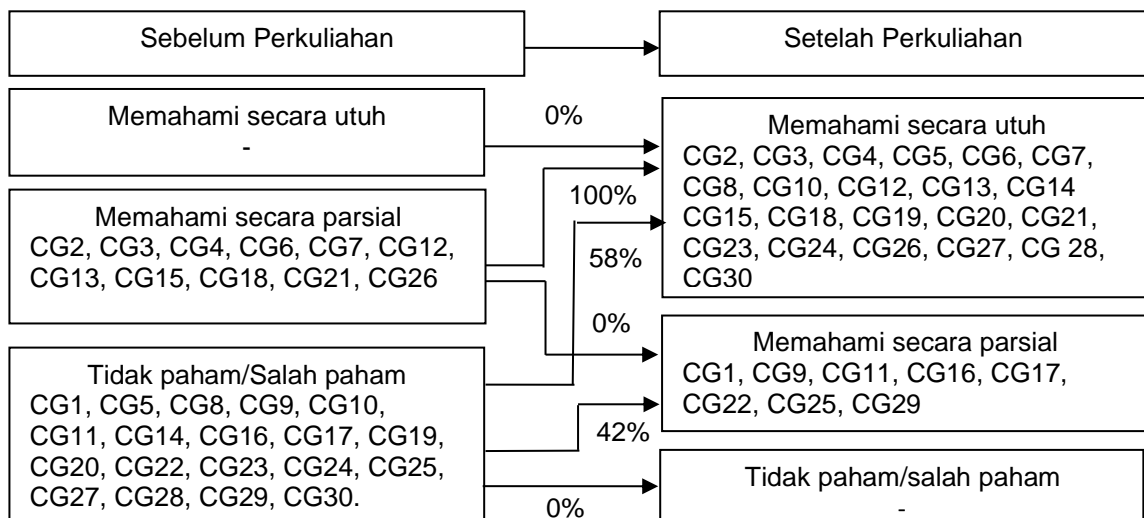
Jika perubahan level pemahaman konsep daya listrik yang dicapai mahasiswa calon guru fisika antara sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran melalui penerapan ragam media visual dan dengan pembelajaran konvensional dipetakan, maka diperoleh peta

perubahan seperti ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.

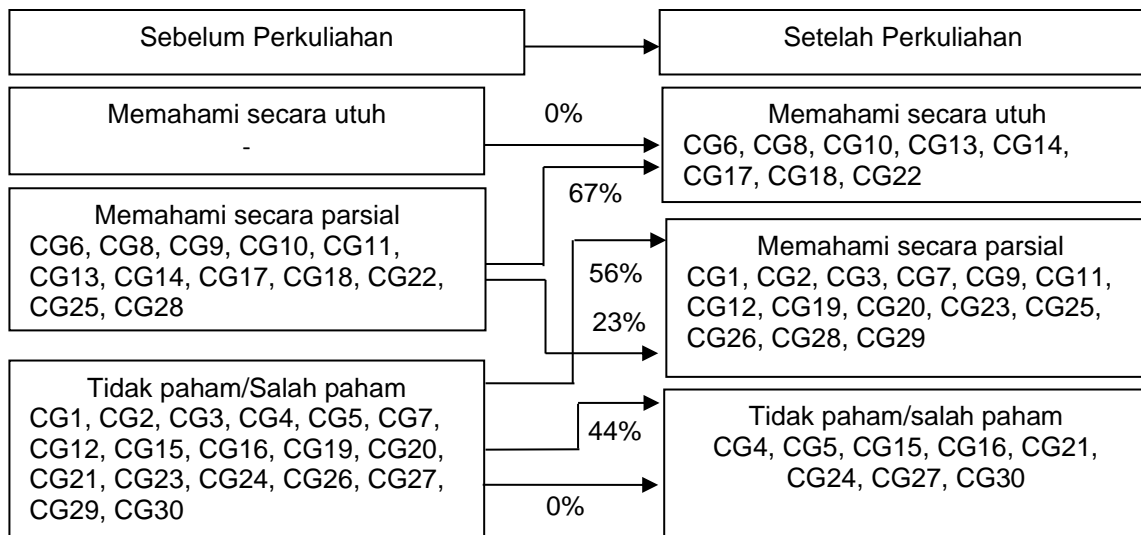


**Gambar 3.** Diagram batang jumlah mahasiswa pada kedua kelas untuk setiap level pemahaman konsep daya listrik

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa 100% mahasiswa yang memahami konsep secara parsial (MSP) mengalami peningkatan level pemahaman konsep yaitu menjadi memahami konsep secara utuh (MSU) setelah mengikuti perkuliahan melalui penerapan ragam media visual. Selanjutnya, 58% mahasiswa yang tidak memahami konsep (TM) mengalami peningkatan level pemahaman konsep yaitu menjadi memahami konsep secara utuh (MSU) setelah mengikuti perkuliahan melalui penerapan ragam media visual. Sedangkan, 42% mahasiswa yang tidak memahami konsep (TM) mengalami peningkatan level pemahaman konsep yaitu menjadi memahami konsep secara parsial (MSP) setelah mengikuti perkuliahan melalui penerapan ragam media visual.



**Gambar 4.** Pola perubahan level pemahaman konsep daya listrik yang dicapai mahasiswa kelas ragam media visual



**Gambar 5.** Pola perubahan level pemahaman konsep daya listrik yang dicapai mahasiswa kelas konvensional

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa 67% mahasiswa yang memahami konsep secara parsial (MSP) mengalami peningkatan level pemahaman konsep yaitu menjadi memahami konsep secara utuh (MSU) dan 23% mahasiswa yang memahami konsep secara parsial tidak mengalami peningkatan level pemahaman konsep atau tetap setelah mengikuti perkuliahan pembelajaran konvensional. Selanjutnya, 56% mahasiswa yang tidak memahami konsep (TM) mengalami peningkatan level pemahaman konsep yaitu menjadi memahami konsep secara utuh (MSU) dan 44% mahasiswa yang tidak memahami konsep tidak mengalami peningkatan level pemahaman konsep atau tetap setelah mengikuti perkuliahan pembelajaran konvensional.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan ragam media visual pada perkuliahan fisika dasar dapat lebih memfasilitasi pencapaian level pemahaman konsep daya listrik secara utuh oleh para mahasiswa calon guru fisika dibanding dengan penerapan model pembelajaran konvensional.

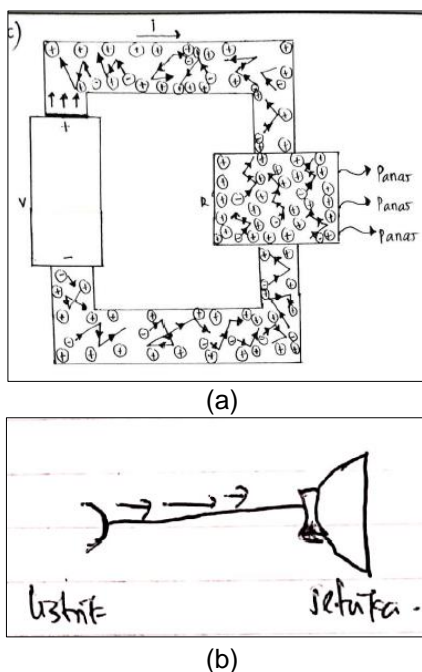
Jumlah mahasiswa yang mencapai level pemahaman konsep yang utuh pada materi daya listrik dikelas yang diajar melalui penerapan ragam media visual relatif lebih banyak. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran melalui penerapan ragam media visual lebih memfasilitasi dalam membangun pemahaman konsep mahasiswa. Aktivitas-aktivitas dalam pembelajaran melalui penerapan ragam media visual dapat menstimulus mahasiswa dalam menanamkan pemahaman konsep mereka. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang ditemukan oleh (Aykutlu & Sen, 2011) yang

menyatakan bahwa ragam media visual memainkan peran penting dalam memperkuat pemahaman konsep siswa. Hasil ini didukung oleh hasil penelitian yang dikemukakan oleh (Chiu & Lin, 2005) yang menyatakan bahwa konsep-konsep yang abstrak lebih dapat dipahami melalui pembelajaran dengan menerapkan ragam media visual. Pembelajaran melalui media simulasi dapat meningkatkan prestasi belajar siswa (Sinulingga et al., 2016).

Sedangkan mahasiswa yang mencapai level pemahaman konsep secara utuh di kelas yang mendapat perkuliahan secara konvensional jumlahnya relatif sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran konvensional kurang dapat memfasilitasi pencapaian pemahaman konsep yang utuh oleh para mahasiswa. Aktivitas-aktivitas yang diselenggarakan dalam pembelajaran konvensional kurang menstimulus konstruksi konsep mahasiswa karena lebih cenderung transfer pengetahuan sehingga lebih banyak aktivitas menghafal daripada membangun pemahaman konsep.

Ragam media visual dapat mendukung level pemahaman konsep mahasiswa sampai pada tingkat mikroskopis dalam pengkajian fenomena fisis tentang konsep daya listrik. Di awal sudah dipaparkan kalau penentuan level pemahaman konsep mahasiswa diselenggarakan lewat tes level pemahaman konsep, dimana salah satu bagian soalnya meminta reaksi mahasiswa berbentuk representasi gambar. Saat sebelum mengikuti perkuliahan penerapan ragam media visual serta perkuliahan melalui pembelajaran konvensional, nyaris seluruh mahasiswa tidak dapat menggambarkan dengan pas fenomena

fisika tentang konsep energi listrik. Akan tetapi, setelah mahasiswa mengikuti perkuliahan melalui penerapan ragam media visual, sebagian besar mahasiswa dapat menggambarkan fenomena mikroskopis dari fenomena fisika tentang konsep daya listrik dengan tepat. Sementara, setelah mahasiswa mengikuti perkuliahan melalui pembelajaran konvensional, jumlah mahasiswa yang dapat menggambarkan fenomena fisika tentang konsep daya listrik dengan tepat relatif sedikit. Gambar 6.a menunjukkan deskripsi gambar terkait fenomena mikroskopis konsep daya listrik yang dibuat mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran konvensional. Sedangkan pada Gambar 6.b menunjukkan deskripsi gambar terkait fenomena mikroskopis konsep daya listrik yang dibuat mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran konvensional.



**Gambar 6.** (a) Gambar mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan melalui penerapan ragam media visual; (b) Gambar mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan pembelajaran konvensional

Pada Gambar 6.a memperlihatkan bahwa penggambaran mahasiswa tentang mekanisme perubahan energi listrik menjadi energi kalor pada saat melewati hambatan sudah benar. Dimana mekanisme perubahan energi listrik menjadi energi kalor pada saat melewati hambatan yaitu ketika hambatan dihubungkan ke terminal-terminal baterai melalui kawat penghantar, beda potensial antara terminal-terminal baterai mengakibatkan adanya medan listrik di dalam kawat. Dengan demikian, elektron bebas tertarik ke terminal

positif melewati hambatan dengan gerakan yang acak dan laju tinggi terhambur dari kation-kation bahan kawat. Pada saat melewati hambatan, terdapat banyak hamburan elektron yang bergerak oleh kation-kation pada hambatan. Pada setiap hamburan, sebagian energi elektron ditransferkan ke kation sehingga energi kinetik kation bertambah dan dengan demikian suhu elemen kawat bertambah. Sedangkan pada Gambar 6.b memperlihatkan bahwa terjadi kekeliruan pada penggambaran mahasiswa tentang mekanisme perubahan energi listrik menjadi energi kalor pada saat melewati hambatan. Dimana mahasiswa tidak menggambarkan molekul-molekul di dalam kawat. Hal ini dikarenakan pada pembelajaran konvensional, mahasiswa tidak difasilitasi oleh visualisasi gambar fenomena fisis tersebut.

Pencapaian level pemahaman konsep mahasiswa secara utuh akibat penyajian ragam media visual yang berbentuk media animasi mikroskopis serta simulasi virtual mikroskopis. Media animasi mikroskopis serta simulasi mikroskopis menolong memvisualkan fenomena mikro yang bisa diamati dengan mata telanjang dari konsep daya listrik yang abstrak menjadi fenomena yang bisa diamati sehingga dengan gampang bisa dipahami secara utuh. Simulasi virtual mikroskopis kerap digunakan buat membuat konsep-konsep ilmiah abstrak lebih bisa dimengerti oleh mahasiswa (Chiu & Lin, 2005). Ragam media visual memainkan peranan yang berarti dalam menguatkan pemahaman konsep siswa secara bermakna dalam pembelajaran sains (Aykutlu & Sen, 2011).

## SIMPULAN DAN SARAN

Penerapan ragam media visual pada perkuliahan fisika dasar dapat lebih meningkatkan jumlah calon guru fisika yang mencapai level pemahaman konsep secara utuh dibanding penerapan pembelajaran konvensional. Dengan demikian, ragam media visual dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pembelajaran untuk menanamkan pemahaman konsep mahasiswa.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih dan menyampaikan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan hasilnya dapat dipublikasikan dalam makalah ini. Secara khusus penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Negeri Makassar yang sudah memberi izin untuk melaksanakan penelitian disana.

**DAFTAR RUJUKAN**

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W., & Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of four physics concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 105–120. <https://doi.org/10.1002/tea.3660270105>
- Asha, I. K., & Al Hawi, A. M. (2016). The impact of cooperative learning on developing the sixth grade students decision-making skill and academic achievement. *Journal of Education and Practice*, 7(10). <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1099599&site=ehost-live>
- Asli, S., Kortam, N., Algamal, S., Sheme, N., & Hugerat, M. (2021). The Decision-Making Ability of 10th Grade Students in an Arab Community in Israel to Preserve Sea Turtles. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(3), 1–13. <https://doi.org/10.29333/ejmste/9758>
- Aykutlu, I., & Sen, A. I. (2011). Using Analogies in Determining and Overcoming High School Students' Misconceptions about Electric Current. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 5(2), 221–251.
- Çalik, M., & Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 638–667. <https://doi.org/10.1002/tea.20076>
- Chiu, M. H., & Lin, J. W. (2005). Promoting fourth graders' conceptual change of their understanding of electric current via multiple analogies. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(4), 429–464. <https://doi.org/10.1002/tea.20062>
- Evagorou, M., Jimenez-Aleixandre, M. P., & Osborne, J. (2012). "Should We Kill the Grey Squirrels?" A Study Exploring Students' Justifications and Decision-Making. *International Journal of Science Education*, 34(3), 401–428. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.619211>
- Fang, S. C., Hsu, Y. S., & Lin, S. S. (2018). Conceptualizing Socioscientific Decision Making from a Review of Research in Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(3), 427–448. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9890->
- Hadzigeorgiou, Y., Fokialis, P., & Kabouropoulou, M. (2012). Thinking about Creativity in Science Education. *Creative Education*, 03(05), 603–611. <https://doi.org/10.4236/ce.2012.35089>
- Hidayah, N., & Dwikoranto. (2018). Guided Inquiry Learning Using Phet Simulations Based Worksheet to Improve Students' Conceptual Understanding on Kinetic Theory of Gasses. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 07(02), 171–175. <https://doi.org/10.26740/ipf.v7n2.p%25p>
- Lindahl, M. G., & Linder, C. (2015). What's natural about nature? Deceptive concepts in socio-scientific decision-making. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 3(3), 250–264. <https://doi.org/10.30935/scimath/9435>
- Paraskeva-Hadjichambi, D., Hadjichambis, A. C., & Korfiatis, K. (2015). How Students' values are intertwined with decisions in a socio-scientific issue. *International Journal of Environmental and Science Education*, 10(3), 493–513. <https://doi.org/10.12973/ijese.2015.256a>
- Prasetyo, E. B., & Rusimanto, P. W. (2015). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Visual Basic 6 . 0 pada Kompetensi Dasar Mendeskripsikan Elemen Pasif dalam Rangkaian Listrik Arus Searah di SMK Raden Patah Kota Mojokerto. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 4(3), 1036–1040.
- Sabrina, F., & Wasis. (2019). Implementation of Guided Discovery Learning Model Using Phet Simulations on Ideal Gas Materials in XI MIPA of State Senior High School 2 Nganjuk. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 08(02), 535–539. <https://doi.org/10.26740/ipf.v8n2.p%25p>
- Sinulingga, P., Hartanto, T. J., & Santoso, B. (2016). Implementasi Pembelajaran Fisika Berbantuan Media Simulasi PhET untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Listrik Dinamis. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 2(1), 57–64. <https://doi.org/10.21009/1.02109/1>
- Stevens, R. (2012). Identifying 21st Century Capabilities. *International Journal of Learning and Change*, 6(3/4), 123–137. <https://doi.org/10.1504/IJLC.2012.050857>
- Westbrook, S. L., & Marek, E. A. (1992). A cross-age study of student understanding of the concept of diffusion. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(1), 51–61. <https://doi.org/10.1002/tea.3660280803>

- Yanti, M., Ihsan, N., & Subaer. (2017). Development of Interactive Learning Media on Kinetic Gas Theory at SMAN 2 Takalar. *Journal of Physics: Conference Series*, 812. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001>
- Yusal, Y., Suhandi, A., Setiawan, W., & Kaniawati, I. (2021). The Effectiveness of Collaborative Problem-solving Using Decision-making Problems to Improve the Pre-service Physics Teachers' Critical Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(2), 107–116. <https://doi.org/10.26618/jpf.v9i2.5059>