



Visual thinking strategy in augmented reality (ViTSAR): implikasinya dalam memfasilitasi reflektif thinking skills mahasiswa pada materi gelombang cahaya

Yudi Guntara*, Asep Saefullah, Nur Farida, Siti Rosyadah Nurlia, Meilani Nisa Abdilah

*Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
Email: guntaray@untirta.ac.id*

ABSTRACT

This research aims to determine students' reflective thinking skills on the characteristics of light wave material by implementing ViTSAR media. This research uses a pre-experimental method with a one-group pretest-posttest design. The research sample consisted of 30 students in semester two and semester 4 of the Department of Physics Education at Universitas Sultan Ageng Tirtayasa who were selected using a simple random sampling technique. Research data was collected through a pretest-posttest assessment instrument presented in essay form with six questions. The research results show that the Asymp.Sig value is <0.05 , so it can be decided that H_1 is accepted. Therefore, it can be concluded that there is a difference in students' mastery of reflective thinking skills after using ViTSAR media on light wave material.

Keywords: *augmented reality, light waves, reflective thinking skills, visual thinking strategy, ViTSAR*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *reflective thinking skills* mahasiswa pada karakteristik materi gelombang cahaya melalui implementasi media ViTSAR. Penelitian ini menggunakan metode *pre-eksperimental* dengan *one group pretest-posttest design*. Sampel penelitian terdiri dari 30 mahasiswa semester 2 dan semester 4 prodi pendidikan fisika di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang dipilih dengan *teknik simple random sampling*. Data penelitian dikumpulkan melalui instrumen penilaian *pretest-posttest* yang disajikan dalam bentuk *essay* sebanyak 6 butir soal. Hasil penelitian menunjukkan nilai $\text{Asymp.Sig} < 0.05$ sehingga dapat diputuskan bahwa H_1 diterima. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pada penguasaan *reflective thinking skills* mahasiswa setelah menggunakan media ViTSAR pada materi gelombang cahaya.

Kata Kunci: *augmented reality, gelombang cahaya, reflective thinking skills, visual thinking strategy, ViTSAR*

PENDAHULUAN

Revolusi industri 4.0 di bidang pendidikan merupakan sebuah respon untuk menghasilkan pribadi yang kreatif serta inovatif melalui tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs) yaitu pendidikan berkualitas sebagai langkah awal untuk mentransformasi

pendidikan pada era digital. Era digital ini akan menuntut kita untuk menyiapkan segalanya yang akan membawa para pelajar dalam kondisi yang dapat memberikan pembelajaran pada situasi yang selalu berubah sehingga pengalaman belajar akan lebih bermakna (Setyosari, 2015). Namun mayoritas pembelajaran dilakukan masih menggunakan cara yang konvensional, oleh karena itu diperlukan daya kreativitas untuk mencari informasi baru melalui teknologi digital.

Gelombang cahaya merupakan salah satu materi mata kuliah Fisika Dasar II yang masih dianggap sulit dipahami oleh mahasiswa (Nurdiyanto & Malik, 2021). Gelombang cahaya memiliki beberapa karakteristik, namun sebagaimana karakteristik tersebut masih dianggap asing karena jarang digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti dispersi, difraksi, interferensi dan polarisasi (Sugianto, 2017). Berdasarkan hasil wawancara kepada mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, disimpulkan bahwa mahasiswa masih kurang memahami dalam mempelajari materi gelombang cahaya terkhusus dalam menganalisis karakteristik cahaya yang sulit untuk divisualisasikan. Sehingga terkadang mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam mempelajari materi gelombang cahaya. Dikatakan juga bahwa media pembelajaran yang digunakan pada perkuliahan materi gelombang cahaya berupa buku, *google meet*, video dan *slide* presentasi. Hal ini diperkuat dengan studi literatur dari hasil beberapa jurnal penelitian yang telah dilakukan oleh Choirah (2020), (Özcan & Tavukcuoğlu, 2018), (Billah & Widiyatmoko, 2018), serta (Sasahan et al., 2017) disimpulkan bahwa peserta didik dari jenjang SD sampai dengan perguruan tinggi masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep materi gelombang cahaya, dikarenakan pada konsep materi gelombang cahaya masih terdapat istilah-istilah yang jarang didengar dan sulit dibayangkan. Materi gelombang cahaya sangat penting untuk dipelajari karena semua teori yang ada berkaitan dengan kehidupan sehari-hari dan materi ini merupakan syarat untuk melanjutkan ke tingkat materi fisika lainnya.

Ditinjau berdasarkan permasalahan di atas, penyebab adanya kesulitan mahasiswa dalam memahami konsep materi gelombang cahaya dapat diakibatkan beberapa faktor diantaranya mahasiswa masih belum memahami suatu fenomena tanpa memvisualisasikan hal tersebut (Ibisono et al., 2020). Sehingga dalam mempelajari konsep gelombang dibutuhkan suatu keterampilan yang mampu mendorong berpikir kreatif dan analisis (Febriani, 2020). Salah satu keterampilan tersebut adalah *reflective thinking skills*. *Reflective thinking skills* merupakan keterampilan berpikir dengan mengaitkan pengetahuan sebelumnya untuk menganalisis, menilai, mengevaluasi, serta menentukan suatu keputusan hingga memperoleh suatu kesimpulan. Penerapan *reflective thinking skills* dalam pembelajaran fisika telah dilakukan sebelumnya oleh penelitian (Rusdiana et al., 2014), yang menyimpulkan bahwa penerapan *reflective thinking skills* dapat berpengaruh terhadap hasil belajar mahasiswa pada perkuliahan fisika. (Syamsuddin et al., 2021) mengatakan untuk tercapainya *reflective thinking skills*, sangat dibutuhkan pemilihan strategi pembelajaran yang tepat. Kurang tepatnya pemilihan strategi pembelajaran yang tidak sesuai dengan keterampilan akan menjadi penyebab rendahnya hasil belajar. Salah satu strategi pembelajaran yang dapat diterapkan untuk memfasilitasi *reflective thinking skills* adalah *visual thinking strategy* (VTS).

Strategi berpikir visual atau *visual thinking strategy* (VTS) merupakan strategi pembelajaran yang membantu dalam pembelajaran berbentuk visual (Yenawine, 2013).

Pembelajaran dengan VTS sudah diterapkan oleh beberapa peneliti diantaranya (Cappello & Walker, 2016) yang menyimpulkan bahwa VTS mampu memenuhi kebutuhan komunikasi pembelajaran abad ke-21. Selain itu VTS juga mendorong kemampuan melihat, mengenali, membayangkan, dan menggambarkan sehingga informasi dapat divisualisasikan atau direpresentasikan kedalam bentuk gambar, grafik, dan sejenisnya (Nurdiyanto & Malik, 2021). Sejumlah hasil riset menunjukkan bahwa VTS dapat memaksimalkan pembelajaran yaitu mampu membantu mengembangkan berpikir aktif dan analitis dalam memahami konsep, merumuskan masalah, memecahkan masalah, menganalisis hingga menentukan suatu kesimpulan (Wulandari, 2019). Pembelajaran dengan *visual thinking strategy* (VTS) membutuhkan adanya alat bantu dalam proses pembelajaran berupa media pembelajaran visual, salah satunya adalah dengan *Augmented Reality* (AR).

Augmented Reality (AR) merupakan suatu teknologi yang membantu memvisualisasikan konsep fisika dengan menggabungkan objek virtual ke dalam bentuk nyata dua dimensi atau tiga dimensi kemudian diproyeksikan dalam waktu nyata, sehingga gambar dapat dibayangkan dan terkesan hidup (Mustaqim, 2016). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Amalia (2017) mengatakan bahwa “media berbentuk *augmented reality* memiliki beberapa keunggulan diantaranya, memberikan pengalaman secara langsung dan dapat menyajikan secara konkret sehingga menghasilkan proses pembelajaran yang lebih efektif”. Sehingga dalam mempelajari konsep gelombang dibutuhkan suatu keterampilan yang mampu mendorong berpikir kreatif dan analisis. Salah satu keterampilan tersebut adalah *reflective thinking skills*.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka tujuan penelitian ini yaitu mengimplementasikan ViTSAR sebagai media pembelajaran untuk memfasilitasi *reflective thinking skills* mahasiswa pada materi gelombang cahaya. Hipotesis dalam penelitian ini yaitu:

H_1 : terdapat perbedaan penguasaan kemampuan *reflective thinking skills* mahasiswa setelah menggunakan aplikasi ViTSAR

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *pre-experimental design*, dengan desain *one group pretest-posttest*. Skema rancangan penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan penelitian *one-group pretest-posttest*

Pretest	Treatment	Posttest
O_1	X	O_2

O_1 merupakan *pretest* atau pengambilan data awal; X merupakan *treatment* dengan penggunaan aplikasi ViTSAR; dan O_2 merupakan *posttest* atau pengambilan data akhir.

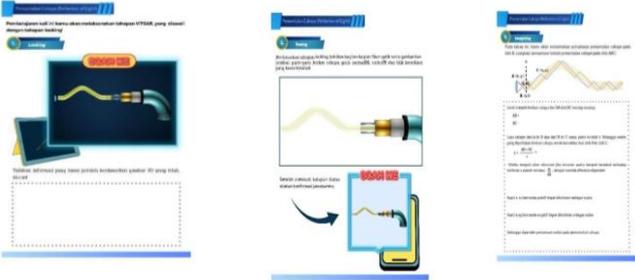
Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret - April 2023 dengan sampel penelitian yaitu mahasiswa semester II dan semester IV pogram studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sultan Ageng Tirtayasa berjumlah 30 orang yang dipilih menggunakan teknik *simple random sampling*. Instrumen dalam penelitian ini menggunakan data dan media, Adapun instrumen data yang digunakan yaitu berupa *essay* sebanyak 6 butir berdasarkan indikator *reflective thinking skills* yang dapat dilihat pada Tabel 2.

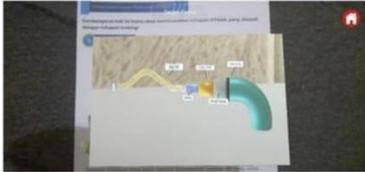
Tabel 2. Indikator *reflective thinking skills* pada instrumen tes

Indikator <i>Reflective Thinking Skills</i>	Aktivitas yang dilakukan	No Soal
<i>Reacting</i>	Mahasiswa menyebutkan apa yang dilihat dan mengidentifikasi masalah melalui tahapan <i>looking</i> .	1, 4
<i>Comparing</i>	Mahasiswa merumuskan masalah dan menganalisis untuk memecahkan masalah melalui tahapan <i>seeing</i> .	2, 6
<i>Contemplating</i>	Mahasiswa menentukan penyelesaian atau solusi melalui tahapan <i>imagining</i> dan membuat kesimpulan dengan alternatif lain melalui tahapan <i>showing and telling</i> .	3, 5

Sedangkan instrumen penelitian yang digunakan yaitu LKM yang disertai *e-modul* dan aplikasi VitTSAR yang dapat diakses melalui link: <https://bit.ly/3pieosC>.

Tabel 3. Tampilan instrumen media LKM, *e-modul*, dan aplikasi VitTSAR

TAMPILAN LKM, E-MODUL, DAN APLIKASI ViTSAR	
Tampilan	Keterangan
	Tampilan petunjuk penggunaan dan cover LKM ViTSAR
	Tampilan tahapan <i>Seeing</i> , <i>Imagining</i> , LKM,
	Tampilan <i>scan Barcode</i> materi, <i>e-modul</i> dan isi <i>e-modul</i>
	Tampilan tahapan <i>Showing and Telling</i> LKM

	<p>Tampilan logo dan menu utama aplikasi ViTSAR</p>
	<p>Tampilan menu kamera <i>Augmented Reality</i> pada aplikasi ViTSAR</p>

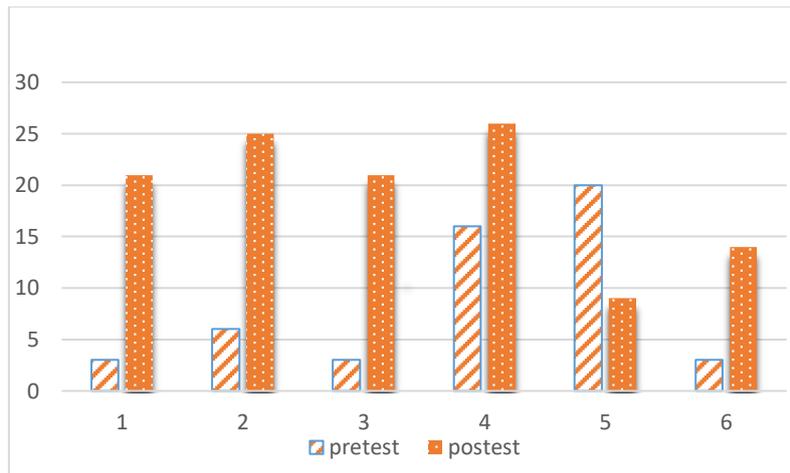
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hipotesis dalam penelitian ini berkaitan dengan penguasaan *reflective thinking skills* mahasiswa menggunakan aplikasi ViTSAR. Hasil analisis menggunakan program SPSS 27.0 diperoleh skor rata-rata ($N = 30$) *pretest* $X_1 = 30,33$ dan *posttest* $X_2 = 75$. Jika dibandingkan langsung dengan skor rata-rata, maka terlihat bahwa nilai *posttest* mahasiswa lebih tinggi dari nilai *pretest* mahasiswa. Sedangkan jika dianalisis menggunakan uji Wilcoxon diperoleh hasil seperti Tabel 3. Statistik non parametrik dipilih karena hasil uji normalitas data tidak terdistribusi normal.

Tabel 4. Hasil uji *Wilcoxon*

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Posttest - Pretest	Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
	Positive Ranks	30 ^b	15.50	465.00
	Ties	0 ^c		
	Total	30		
Test Statistics ^a				
		Posttest - Pretest		
Z				-4.813 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)				.000

Asymp.Sig menunjukkan nilai 0.000 atau kurang dari 0.05 maka dapat diputuskan bahwa H_1 diterima, artinya terdapat peningkatan kemampuan *reflective thinking skills* mahasiswa setelah menggunakan aplikasi ViTSAR. Keterampilan *reflective thinking skills* berdasarkan masing-masing indikator yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan hasil setiap soal *pretest-posttest* mahasiswa

Berdasarkan gambar diatas soal no.1 dan no.4 dengan indikator *reacting* rata-rata mahasiswa mengalami peningkatan dari *pretest* ke *posttest* dengan rata-rata 75% masing-masing pada soal no.1 (21 orang menjawab benar dari 30 orang) dan soal no.4 (26 orang menjawab benar dari 30 orang) artinya mahasiswa dapat menyebutkan apa yang dilihat dan mengidentifikasi masalah melalui tahapan *looking* berdasarkan soal yang diberikan. Pada indikator *comparing* dengan menggunakan soal no.2 dan no.6 mengalami peningkatan rata-rata 81% dengan soal no.2 (25 orang menjawab benar dari 30 orang) dan soal no.6 (14 orang menjawab benar dari 30 orang) artinya mahasiswa dapat meningkatkan kemampuannya dalam merumuskan masalah dan menganalisis untuk memecahkan masalah melalui tahapan *seeing*. Selanjutnya pada indikator *contemplating* melalui soal no.3 dan no.5 mengalami peningkatan dan penurunan antara soal *pretest* ke *posttest*, pada soal no.3 terdapat peningkatan 88% (21 orang menjawab benar dari 30 orang) dan soal no.5 mengalami penurunan dengan jawaban benar hanya 31% (9 orang menjawab benar dari 30 orang). Sehingga rata-rata yang didapatkan berdasarkan hasil *posttest* sekitar 59%, pada indikator ini mahasiswa paling sulit untuk menguasai pemahaman dalam menentukan penyelesaian atau solusi melalui tahapan *imagining* dan membuat kesimpulan dengan alternatif lain melalui tahapan *showing and telling*.

Diketahui : $\lambda = 580 \text{ nm} = 580 \times 10^{-9} \text{ m}$
 $D = 0,5 \text{ mm} \rightarrow 5 \times 10^{-4} \text{ m}$
 $L = 2 \text{ m}$
 $m = 1$ (garis gelap pertama)

Ditanya : Δy (posisi rumus gelap pertama)
 w (lebar terang pusat)
 y (posisi ~~rumus~~ rumus gelap pertama)

Jwb : $\sin \theta = \frac{m\lambda}{D}$
 $= \frac{(1)(580 \times 10^{-9} \text{ m})}{5 \times 10^{-4} \text{ m}}$
 $= 1,93 \times 10^{-2}$

$\sin \theta$ dan $\tan \theta$ $\frac{\Delta y}{L} \rightarrow \Delta y$
 $\Delta y = L \times \sin \theta$
 $= (2 \text{ m})(1,93 \times 10^{-2})$
 $= 3,86 \times 10^{-2} \text{ m}$

(a)

Diketahui :
 $\beta = 60^\circ$ $n_2 = \sqrt{3}$
 $\theta_1 = 60^\circ$ $n_1 = 1$

Ditanya θ_2 ?

Hukum Snellius:
 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$
 $\sin \theta_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{n_2} = \frac{1 \sin 60^\circ}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2}$

Mencari θ_2 :
 $\theta_2 + \theta_1 = \beta$
 $\theta_2 = \beta - \theta_1$
 $\theta_2 = 60^\circ - 30^\circ = 30^\circ$

(b)

Diketahui :

$$i = 30^\circ, \quad n_u = 5$$

$$r = \dots? \quad n_a = 2,5$$

Jawaban:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_a}{n_u}$$

$$\sin r = \left(\frac{n_u}{n_a} \right) \cdot \sin i$$

$$\sin r = \left(\frac{5}{2,5} \right) \cdot \sin 30^\circ$$

$$\sin r = 2 \cdot 12 = 24 \text{ atau } 0,905$$

(c)

Setelah menggunakan aplikasi vitsar menjawab soal-soal bisa lebih mudah karena sudah melewati tahapan Looking, melihat cahaya masuk melalui celah dan membentuk suatu gelombang setelah itu pada tahap Seeing, mengkonfirmasi tahapan looking dgn menuliskan garis² berkas cahaya disana letak sudut dan elemen dalam gelombang cahaya dapat dilihat, sehingga dapat menurunkan persamaan dan melanjutkan dengan telling and showing mengerjakan soal sehingga dapat menjawab soal yg ada. Namun pada bagian showing dan telling cukup sulit karna harus tau dasar persamaan dan alur jalan nya.

(d)

Gambar 2 (a). Contoh jawaban mahasiswa pada indikator *reacting* (b) Contoh jawaban mahasiswa pada indikator *comparing* (c) Contoh jawaban mahasiswa pada indikator *contemplating* (d) Penilaian mahasiswa setelah menggunakan aplikasi ViTSAR dalam menyelesaikan soal

Gambar 2 (a) menunjukkan jawaban salah satu mahasiswa yang telah menguasai pemahaman soal. Indikator *reacting* dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan mahasiswa dalam menyebutkan apa yang dilihat dan mengidentifikasi masalah. Indikator *reacting* muncul ketika mahasiswa menyebutkan informasi yang diketahui dalam soal. Menurut (Sari et al., 2020) karakteristik berpikir reflektif yaitu kemampuan dalam pemecahan suatu masalah untuk memungkinkan mahasiswa memperoleh suatu jawaban yang paling tepat. Gambar 2 (b) menunjukkan jawaban salah satu mahasiswa yang telah menguasai pemahaman soal. Pada indikator *comparing* mahasiswa dapat merumuskan masalah dan menganalisis untuk memecahkan masalah. Indikator *comparing* muncul ketika mahasiswa mampu membuat rumusan penyelesaian soal dan menjawab soal dengan benar. Selanjutnya pada gambar 2 (c) mahasiswa hanya dapat merumuskan masalah akan tetapi tidak dapat menganalisis masalah dengan tepat, sehingga pada indikator ini mahasiswa masih kesulitan dalam menyelesaikan soal. Pada gambar 3 (d) merupakan jawaban mahasiswa yang sudah menggunakan aplikasi ViTSAR, pada gambar tersebut menunjukkan bahwa ViTSAR dapat membantu pemahaman mahasiswa mengenai materi gelombang cahaya sehingga dapat membantu dalam menyelesaikan soal melalui tahapan *looking*, *seeing*, *imagining* dan *showing and telling*. Namun beberapa mahasiswa masih kesulitan dalam menganalisis masalah yang menunjukkan indikator *contemplating*, artinya pada indikator ini mahasiswa paling sulit untuk menguasai pemahaman dalam menentukan penyelesaian atau solusi melalui tahapan *imagining* dan membuat kesimpulan dengan alternatif lain melalui tahapan *showing and telling*. Hasil yang sama pernah dilakukan oleh (Rhaudyatun, 2017) menyimpulkan bahwa nilai terendah berada pada indikator *contemplating*, *reacting* dan *comparing* yang dipengaruhi oleh rendahnya pemahaman pada proses berpikir mahasiswa sehingga mereka tidak dapat menyimpulkan jawaban dengan benar.

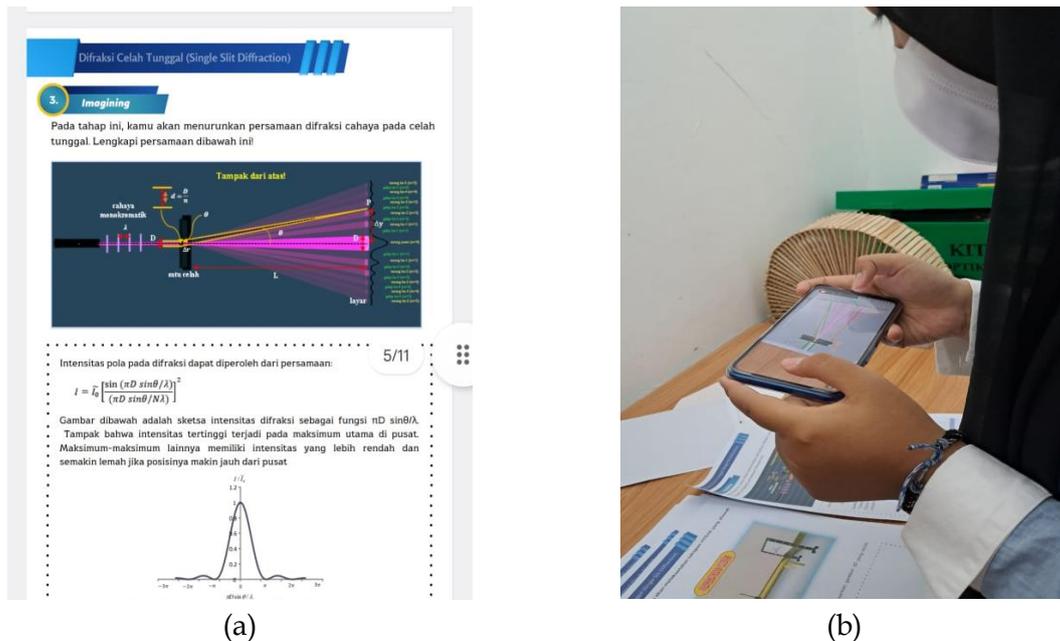
Dilihat dari hasil-hasil *posttest* mahasiswa terhadap penguasaan *reflective thinking skills* mahasiswa lebih baik dibandingkan dengan hasil *pretest* dengan selisih presentase 44%. Hal ini dikarenakan mahasiswa dapat melihat secara langsung gelombang cahaya yang dihasilkan pada masing-masing karakterestiknya seperti yang terlihat pada Gambar 3 (b). Tidak hanya itu mahasiswa juga dapat melihat setiap elemen yang dihasilkan berdasarkan

karakteristik gelombang cahaya. Hasil ini diperkuat oleh penelitian (Khunaeni et al., 2020) yang menyatakan bahwa media pembelajaran berbasis *augmented reality* memiliki kelebihan yang dapat memvisualisasikan dan merealisasikan abstraksi suatu konsep fisika, sehingga mahasiswa mendapatkan pemahaman materi yang lebih mendalam dibandingkan pembelajaran konvensional pada umumnya yang akan membuat pembelajaran menjadi pasif dan membosankan. Sebagaimana menurut (Kurniawan et al., 2015) berpendapat bahwa pembelajaran konvensional sering menggunakan media berupa buku sehingga mahasiswa merasa bosan dan kesulitan untuk memahami berbagai informasi yang ada pada buku.

Aplikasi ViTSAR pada materi gelombang cahaya mampu meningkatkan kemampuan *reflective thinking skills* mahasiswa dalam memahami materi gelombang cahaya dengan berbantuan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang mencakup beberapa langkah VTS (Visual Thinking Strategy) menurut Bolton dalam (Trisnawarni & Yuniarta, 2021) yaitu meliputi *Looking, Seeing, Imagining* dan *Showing and Telling* yang diintegrasikan dengan indikator *reflective thinking skills* yaitu *Reacting, Comparing* dan *Contemplating*. Pada indikator pertama yaitu *Reacting* (memahami masalah) mahasiswa mampu menuliskan apa yang mereka lihat serta mengidentifikasi masalah melalui tahapan *Looking*. Indikator kedua yaitu *Comparing* (melaksanakan pemecahan masalah) mahasiswa mampu merumuskan masalah dan menganalisis untuk memecahkan masalah melalui tahapan *Seeing*. Indikator ketiga yaitu *Contemplating* (memeriksa kembali pemecahan yang telah didapat) mahasiswa mampu menentukan penyelesaian atau solusi melalui tahapan *Imagining* dan membuat kesimpulan dengan alternative lain melalui tahapan *Showing and Telling*.

Berdasarkan hasil tes yang telah dilaksanakan adanya hubungan antara kemampuan *reflective thinking skills* dengan hasil belajar, ini disebabkan karena terdapat kesesuaian aplikasi ViTSAR yang dilengkapi visualisasi berbasis *augmented reality* dengan menitikberatkan pada permasalahan dalam memahami konsep fisika yang abstrak menjadi lebih *real*. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Socrates & Mufit, 2022) yang mengatakan bahwa media AR mampu meningkatkan pemahaman konsep, meningkatkan minat belajar, meningkatkan hasil belajar, dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis dari penggunaannya.

Sedangkan (Iqliya & Kustijono, 2019) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa media *augmented reality* dapat melatih keterampilan berpikir kritis secara efektif dalam kemampuan kognitif berupa interpretasi, analisis, evaluasi, menyimpulkan, dan menjelaskan, juga dapat meningkatkan daya imajinatif.



Gambar 3 (a) Hasil visualisasi menggunakan VitSAR pada tahap *imagining*; (b) Aktivitas mahasiswa menggunakan ViTSAR dengan kamera AR

KESIMPULAN

Hipotesis penelitian ini berkaitan dengan kemampuan *reflective thinking skills* mahasiswa setelah menggunakan aplikasi ViTSAR (*Visual Thinking Strategy in Augmented Reality*) melalui bantuan program SPSS 27.0. hasil nilai Asymp.Sig. (2-tailed) < 0.05 sehingga keputusan yang diambil adalah H_1 diterima, yang berarti menunjukkan adanya peningkatan kemampuan *reflective thinking skills* mahasiswa setelah menggunakan aplikasi ViTSAR dengan masing-masing indikator yaitu *Reacting* (memahami masalah), *Comparing* (melaksanakan pemecahan masalah), dan *Contemplating* (memeriksa kembali pemecahan yang telah didapat).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah mendanai penelitian ini melalui Penelitian dan Pengabdian Masyarakat dengan skema Penelitian Dosen Pemula tahun 2023 berdasarkan nomor SK 242/UN43/KPT.KPT.PT.01.02/2023

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, R. (2015). *Pengaruh Media Pembelajaran Augmented Reality terhadap Hasil Belajar Siswa pada Konsep Optika Geometri* (Bachelor's thesis, FITK).
- Billah, A., & Widiyatmoko, A. (2018). The Development of Virtual Laboratory Learning Media for The Physical Optics Subject. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 7(2), 153-160. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v7i2.2803>
- Cappello, M., & Walker, N. T. (2016). Visual Thinking Strategies: Teachers' Reflections on Closely Reading Complex Visual Texts Within the Disciplines. *Reading Teacher*, 70(3), 317-325. <https://doi.org/10.1002/trtr.1523>
- Choirah, N. (2020). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Learning Cycle 7e Pada Pokok Bahasan Gelombang Cahaya Kelas XI SMA. Universitas Jember.

- Febriani, M. A. (2020). Kemampuan Berpikir Kreatif dan Analisis Peserta Didik Melalui Model Pembelajaran Problem Posing Ditinjau dari Skimming and Mind Mapping Gelombang Mekanik. Universitas Negeri Semarang.
- Ibisono, H. S., Achmadi, H. R., Fisika, J., Surabaya, U. N., & Reality, A. (2020). EFEKTIVITAS BUKU SAKU BERBASIS AUGMENTED REALITY PADA MATERI GERAK PLANET UNTUK MENINGKATKAN PRESTASI BELAJAR PESERTA DIDIK SMA, 09(02), 200-206.
- Iqliya, J. ., & Kustijono, R. (2019). Keefektifan media augmented reality untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa. *Seminar Nasional Fisika (SNF) 2019*, 19-25.
- Khunaeni, L. N., Yuniarti, W. D., & Khalif, M. A. (2020). Pengembangan Modul Fisika Berbantuan Teknologi Augmented Reality pada Materi Gelombang Bunyi untuk SMA/MA Kelas XI. *Physics Education Research Journal*, 2(2), 83. <https://doi.org/10.21580/perj.2020.2.2.6144>
- Kurniawan, T., Rokhmat, J., & Ardhua, J. (2015). PERBEDAAN HASIL BELAJAR MELALUI PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH BERBANTUAN KOMIK FISIKA DENGAN PEMBELAJARAN KONVENSIONAL PADA SISWA KELAS VIII SMPN 1 LABUAPI TAHUN AJARAN 2013/2014. 1(2), 123-128. <http://doi.org/10.29303/jpft.v1i2.247>
- Mustaqim, I. (2016). Pemanfaatan Augmented Reality sebagai media pembelajaran. *Jurnal pendidikan teknologi dan kejuruan*, 13(2), 174-183. <http://dx.doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v13i2.8525>
- Nurdiyanto, R., & Malik, E. (2021). Pengembangan Virtual Lab Gelombang Cahaya Untuk. *Kumpulan Karya Tulis Ilmiah Tingkat Nasional 2021 Institut Teknologi Telkom Surabaya*, 1-14.
- Özcan, Ö., & Tavukçuoğlu, E. (2018). Investigating the High School Students' Cognitive Structures about the Light Concept through Word Association Test. *Journal of Education and Future Year*, 13, 121-132.
- Rhadyatun, A. (2017). Pengaruh Metode Cornell Note-Taking Terhadap Kemampuan Berpikir Reflektif Matematika Siswa. Universitas Islam Negeri.
- Rusdiana, D., Sabandar, J., & Rusli, A. (2014). *Capaian Level Berpikir Reflektif Mahasiswa Program Remedial Perkuliahan Fisika Matematika 1 Berbasis Cognitive Apprenticeship Instruction Students ' S Achievement in Reflective Thinking Level of Cognitive Apprenticeship-Based Instruction of Mathematical P.* 10(2), 150-157. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v10i2.3351>
- Sari, I., Zuhri, M. S., & Rubowo, M. R. (2020). Profil Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa dalam Memecahkan Masalah Matematika pada Materi SPLTV Ditinjau dari Gaya Kognitif Reflektif dan Impulsif. *Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 2(5), 391-400. <https://doi.org/10.26877/imajiner.v2i5.6548>
- Sasahan, E. Y., Oktova, R., & I.R.N., O. O. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif tentang Optika Berbasis Android Menggunakan Perangkat Lunak Ispring Suite 7.0 untuk Mahasiswa S-1 Pendidikan Fisika pada Pokok Bahasan Interferensi Cahaya. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya)*, 2, 52. <https://doi.org/10.20961/prosidingsnfa.v2i0.16364>
- Setyosari, P. (2015). Tantangan Dan Peran Teknologi Pembelajaran Transformasi Pendidikan Di Era Digital. In *Seminar Nasional Teknologi Pendidikan UM* (pp. 484-496)
- Socrates, T. P., & Mufit, F. (2022). Efektivitas Penerapan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Augmented Reality: Studi Literatur. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 96-101. <https://doi.org/10.59052/edufisika.v7i1.19219>
- Sugianto, A. D. P. A. R. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Literasi Sains Materi Suhu dan Kalor. *Phenomenon : Jurnal Pendidikan MIPA*, 7(1), 58-67. <https://doi.org/10.21580/phen.2017.7.1.1495>
- Syamsuddin, A., Haking, H., & Idawati, I. (2021). *Fostering Student s ' Reflective Thinking Skill Using Problem Solving-based Student Worksheets in Mathematics Learning Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Reflektif Siswa dengan Menggunakan Lembar Kerja Siswa Berbasis Problem Solving dalam Pembelajaran Mate.* 7(1), 1-13. <https://doi.org/10.32332/ejipd.v7i1.2410>
- Trisnawarni, E. C., & Yuniarta, T. N. H. (2021). Proses Berpikir Visual Matematis Siswa Exstrovert Dan Introvert Sekolah Menengah Atas Berdasarkan Tahapan Bulton. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(2), 820. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3489>
- Wulandari, N. A. (2019). Media Pembelajaran berbasis Visual Thinking Strategis di Sekolah Dasar. *Seminar Nasional Pendidikan Dan Call for Papers (SNDIK)*, 112-117.