



## ***Triple step writing strategy: Meningkatkan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi pada mahasiswa calon guru fisika***

**Wahyuni Handayani<sup>1,4,\*</sup>, Parlindungan Sinaga<sup>2,3</sup>, Andi Suhandi<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Sunan Gunung Djati, Bandung, Indonesia

<sup>2</sup>Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

\* Coressponding Author: [wahyunihandayani@uinsgd.ac.id](mailto:wahyunihandayani@uinsgd.ac.id)

*Received: 14 Januari 2021; Revised: 2 Agustus 2021; Accepted: 9 Agustus 2021*

**Abstrak:** Keterampilan menulis materi ajar perlu dilatihkan kepada mahasiswa calon guru selama masa studinya. Penelitian ini bertujuan mengembangkan strategi menulis materi ajar multimodus representasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metoda penelitian dan pengembangan (*Research and Development Methods*). Tahapan penelitian meliputi studi pendahuluan, perencanaan, mengembangkan rancangan strategi pembelajaran, ujicoba pendahuluan, merevisi produk dan ujicoba utama. Dengan menggunakan metode R & D telah dikembangkan strategi menulis materi ajar multimodus representasi yaitu *Triple Step Writing Strategy* (TS-WS). Ujicoba pendahuluan (*pleriminary field testing*) menggunakan metode *pre-experiment* desain *the one group pretest-posttest design*. Ujicoba utama (*main field testing*) menggunakan metode *quasi-expeiment* desain *randomized pretest-posttest control group design*. TS-WS sudah diujicobakan pada mahasiswa calon guru fisika yang berusia rata-rata 21 tahun pada sebuah LPTK di Bandung. Ujicoba pendahuluan melibatkan 15 mahasiswa calon guru fisika dan ujicoba utama 45 mahasiswa calon guru fisika. Untuk mengukur keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi mahasiswa ditugaskan untuk menulis materi ajar multimodus representasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa TS-WS efektif dalam meningkatkan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi mahasiswa calon guru fisika.

**Kata Kunci:** keterampilan menulis, materi ajar, multimodus representasi, strategi

## ***Triple step writing strategy: Improving multimodes representation teaching material writing skills of preservice physics teacher***

**Abstract:** Writing skills of teaching materials need to be trained to prospective teacher students during their studies. This study aims to develop a strategy for writing multimode representation teaching materials. The method used in this research is the research and development method. The research stages include preliminary studies, planning, developing learning strategy designs, preliminary trials, revising products, and main trials. Using the R & D method, a strategy for writing multimode representational teaching materials has been developed, namely the Triple Step Writing Strategy (TS-WS). The preliminary test (preliminary field testing) used the one-group pretest-posttest design method. The primary test (main field testing) used a quasi-experimental randomized pretest-posttest control group design method. The TS-WS has been tested on prospective physics teacher students with an average age of 21 years at an LPTK in Bandung. The pre-test involved 15 physics teacher candidates and the primary 45 physics teacher candidates. Students were assigned to write multimode representation teaching materials to measure the writing skills of multimode representation teaching materials. The results showed that the TS-WS effectively improved the writing skills of multimode representational teaching materials for prospective physics teacher students.

**Keywords:** writing skills, teaching material, multiple modes of representation, strategy

**How to Cite:** Handayani, W., Setiawan, W., Sinaga, P., & Suhandi, A. (2021). *Triple step writing strategy: Meningkatkan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi pada mahasiswa calon guru fisika*. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 7(1), 47-60. doi:<http://dx.doi.org/10.21831/jipi.v7i1.37781>



## PENDAHULUAN

Menulis materi ajar adalah keterampilan yang penting dikuasai oleh guru fisika karena menulis materi ajar adalah salah satu dari tugas pokok yang harus dilakukan oleh guru selama masa tugas mengajarnya sebagaimana dinyatakan dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No 16 tahun 2007 yang mengatur tentang standar nasional kualifikasi dan kompetensi guru. Dalam peraturan tersebut ditentukan bahwa setiap guru wajib memenuhi standar kualitas akademik dan kompetensi. Standar kompetensi guru terdiri dari empat kompetensi utama yaitu kompetensi pedagogik, kepribadian, sosial dan profesional.

Kompetensi profesional yang harus dipenuhi oleh guru diantaranya ialah mengembangkan materi pembelajaran yang diampu secara kreatif. Karakteristik siswa harus menjadi pertimbangan utama bagi guru dalam mengembangkan materi ajar. Materi ajar yang dikembangkan orang lain seringkali tidak cocok untuk siswa kita. Banyak ditemukan penyajian konten dalam buku teks hanya terkait dengan pemahaman penulis sendiri. Gunstone, McKittrick, dan Mulhall (2009) menyajikan hasil penelitian tiga buku teks fisika sekolah menengah populer. Berdasarkan analisis terhadap buku teks tersebut dan wawancara dengan penulis terungkap pemahaman yang buruk tentang model dan analogi yang digunakan dalam buku-buku teks, serta bagaimana siswa belajar dari buku teks tersebut.

Simbolon dan Sinaga (2015) yang telah menganalisis bahan ajar yang digunakan di SMA, menemukan fakta bahwa bahan ajar yang digunakan mencakup topik tingkat rendah, hanya fokus kepada persamaan matematika, kurang mempertimbangkan prioritas utama siswa tentang sains, miskin akan penjelasan sains yang berhubungan dengan kejadian dunia nyata, dan memberikan siswa sedikit kesempatan untuk mengembangkan suatu penjelasan dari sebuah kejadian. Rahmi dkk (2014) yang telah mewawancarai beberapa orang siswa menyatakan bahwa siswa membeli buku lainnya untuk mendapatkan referensi selain buku teks. Hal ini dilakukan karena menurut siswa, kalimat yang terdapat pada buku teks dalam menjelaskan materi sulit dipahami.

Menulis materi ajar bukan sekedar menyampaikan informasi namun hal penting yang perlu diperhatikan adalah karakteristik siswa sebagai pengguna utamanya (Sinaga, Suhandi, & Liliarsari 2015). Ketika akan mengembangkan materi ajar, pengetahuan yang perlu dikuasai guru antara lain adalah: 1) karakteristik siswa, 2) kedalaman dan keluasan materi ajar yang dikembangkan, 3) kemampuan menentukan referensi penulisan materi ajar, 4) kemampuan menyajikan materi ajar, dan 5) kemampuan mengaitkan konsep dengan peristiwa dalam kehidupan. Kecukupan atau memadainya cakupan materi juga perlu diperhatikan. Memadai atau tidaknya cakupan materi ajar akan membantu tercapainya penguasaan kompetensi dasar yang telah ditentukan. Cakupan atau ruang lingkup materi ajar perlu ditentukan untuk mengetahui apakah materi yang akan diajarkan terlalu banyak, kurang atau telah memadai sehingga terjadi kesesuaian dengan kompetensi dasar yang ingin dicapai. Urutan penyajian berguna untuk menentukan urutan proses pembelajaran. Urutan yang tepat, jika diantara beberapa materi ajar mempunyai hubungan yang bersifat prasyarat, akan memudahkan siswa dalam belajar. Siswa akan lebih mudah memahami suatu konsep tertentu apabila penjelasan dimulai dari yang mudah atau sesuatu yang kongkret, sesuatu yang nyata ada di lingkungan mereka (Prastowo, 2012).

Pengembangan materi ajar harus dapat menjawab atau memecahkan masalah atau kesulitan dalam belajar. Kesulitan tersebut dapat saja terjadi karena materi pelajaran yang diajarkan bersifat abstrak, rumit, dan asing. Agar materi ajar mampu membantu siswa menggambarkan sesuatu yang abstrak, penggunaan gambar, foto, bagan, skema dan grafik dapat disertakan di dalamnya. Demikian pula materi pelajaran yang rumit, harus dapat dijelaskan dengan cara yang sederhana, sesuai dengan tingkat berpikir siswa, sehingga menjadi lebih mudah dipahami. Riset yang telah dilakukan oleh Ainsworth (2006) dan Nakhleh & Postek (2008) telah menyarankan untuk menggunakan multi-modus representasi untuk membantu siswa memahami sains secara mendalam. Hand, Gunel & Ulu (2009) menyatakan bahwa pemahaman konseptual yang lengkap tentang konsep sains dan kemampuan untuk menerapkan ide-ide sains berkaitan dengan representasi multi-modus dari konsep sains. Dengan demikian representasi multi-modus menjadi penting karena bahasa adalah multi-modus, yaitu, konsep-konsep sains dijelaskan oleh modus representasi yang berbeda. Dengan mempertimbangkan bahwa pengguna utama materi ajar adalah siswa yang mempelajari sains fisika dan sains bersifat multi-modus, maka materi ajar yang dihasilkan oleh mahasiswa calon guru fisika harus bersifat multi-modus representasi.

Hasil-hasil penelitian terkait strategi menulis multimodus representasi cenderung ditujukan pada tugas menulis non tradisional yaitu menyertakan representasi eksternal untuk tujuan meningkatkan

pemahaman konseptual siswa (Prain & Waldrup, 2007; Gunel et al, 2006; Hand, et al, 2009 dan McDermott & Hand, 2013). Pelatihan menulis untuk mahasiswa calon guru telah dilakukan oleh Sinaga, Suhandi & Liliyasi (2014), pada program perkuliahan menulis materi ajar menggunakan multi-modus representasi pada materi Listrik–Magnet dan Gelombang. Hasil penelitian tersebut terbukti efektif dan memiliki kriteria tinggi dalam meningkatkan keterampilan menulis materi ajar. Strategi yang dilakukan adalah memberikan scaffolding antara proses planning dengan proses mentranslasi ide/planning menjadi teks pada model umum proses menulis yang dikembangkan oleh Hayes dan Flower (1986).

Strategi menulis materi ajar multimodus representasi pada penelitian ini mengacu pada tiga proses kognitif menulis, yaitu perencanaan, translasi, dan revisi (Hayes & Flower, 1986) yang sering disebut sebagai triple task (Limpo & Alves, 2018). Perencanaan melibatkan perumusan tujuan bersamaan dengan mengembangkan dan organisasi ide. Translasi mengacu pada konversi ide menjadi bentuk linguistik yang dilakukan dalam working memory, yang kemudian dieksternalisasi dalam bentuk teks tertulis melalui proses transkripsi, yang melibatkan pengambilan simbol ortografis (mis., ejaan) dan multimodus representasi serta pelaksanaan gerakan motorik untuk menghasilkan tulisan. Merevisi meliputi pemantauan, evaluasi, dan mengubah teks tertulis yang dihasilkan.

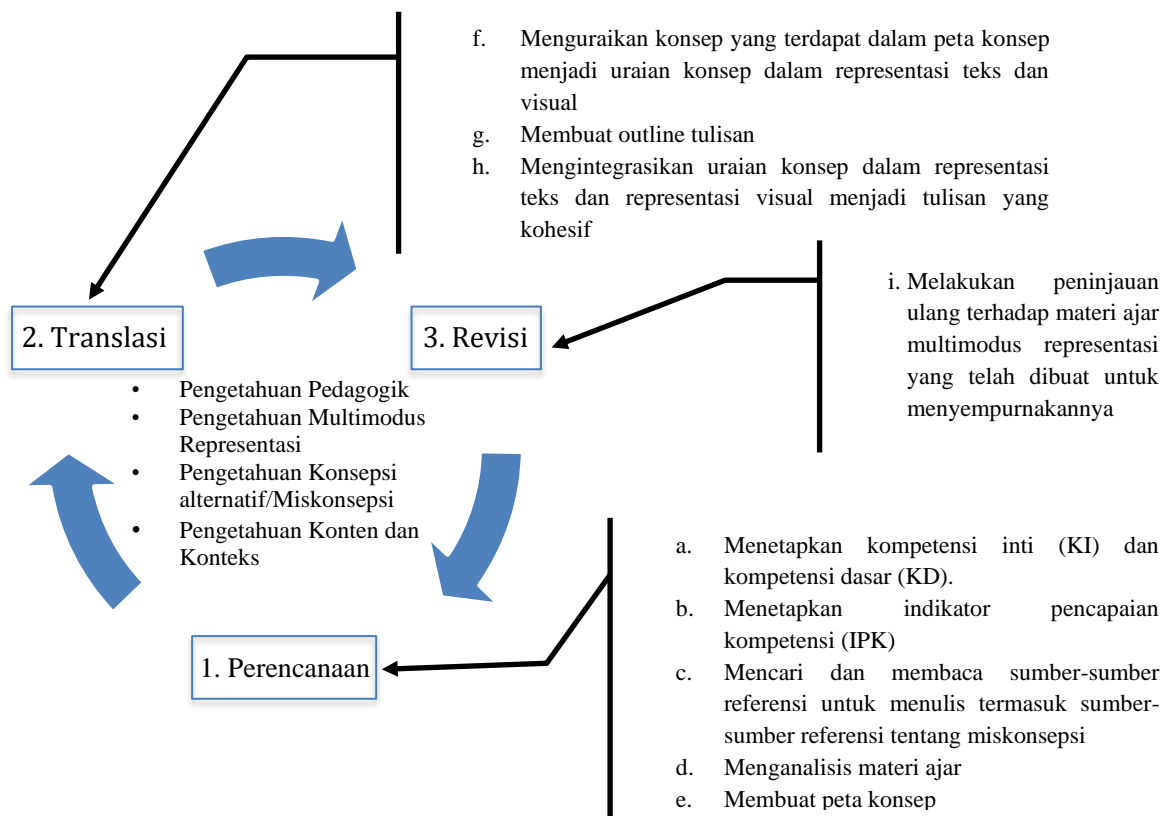
Menulis materi ajar bukan sekedar menyampaikan informasi namun hal penting yang perlu diperhatikan adalah karakteristik siswa sebagai pengguna utamanya. Materi ajar yang dikembangkan orang lain seringkali tidak cocok untuk siswa kita. Ada sejumlah alasan ketidakcocokan, misalnya, lingkungan sosial, geografis, budaya, tahapan perkembangan siswa, kemampuan awal yang telah dikuasai, minat, latar belakang keluarga, dll. Pengembangan materi ajar harus dapat menjawab atau memecahkan masalah ataupun kesulitan dalam belajar. Kesulitan tersebut dapat saja terjadi karena materi pelajaran yang diajarkan abstrak, rumit, dan asing. Oleh karena itu sebelum menerapkan menulis materi ajar, mahasiswa calon guru terlebih dahulu mengaktifkan kembali pengetahuan pedagogik pra menulis. Tahap ini bertujuan untuk mengaktifkan pengetahuan mahasiswa tentang pengetahuan pedagogik, pengetahuan konten dan konteks, pengetahuan multimodus representasi, pengetahuan konsepsi alternatif/miskonsepsi pra menulis.

Strategi yang digunakan untuk melatih kemampuan menulis dalam penelitian ini disebut *Triple Step Writing Strategy* (TS-WS), yang merupakan adaptasi dan modifikasi tiga proses kognitif menulis. Modifikasi dilakukan dengan cara menjelaskan dan membuat langkah-langkah secara lebih rinci pada masing-masing tahap menulis yaitu, perencanaan, translasi, dan revisi. Hanya ada satu strategi untuk melatih keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi bagi mahasiswa calon guru fisika yang sudah ada sebelumnya, yaitu pendekatan pembelajaran *Learning To Write* (LTW) (Sinaga, Suhandi & Liliyasi, 2014).

Terdapat beberapa aktivitas tambahan dalam TS-WS yang harus dilakukan oleh mahasiswa yang sebelumnya belum ada pada LTW antara lain: a) mencari dan membaca sumber-sumber referensi tentang miskonsepsi terkait materi yang akan ditulis, b) melakukan analisis materi ajar, dan c) menguraikan konsep-konsep penting menjadi uraian konsep dalam representasi teks dan representasi visual. Selain itu dalam TS-WS dibedakan secara jelas antara tahap perencanaan, translasi dan revisi yang mengacu pada tiga proses kognitif menulis. Gambar 1 memperlihatkan tahap-tahap strategi pembelajaran menulis materi ajar multimodus representasi.

Untuk mengetahui bagaimana peningkatan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi maka TS-WS diimplementasikan dalam perkuliahan Pendalaman Fisika Sekolah di sebuah LPTK di Bandung. Adapun pertanyaan penelitian adalah:

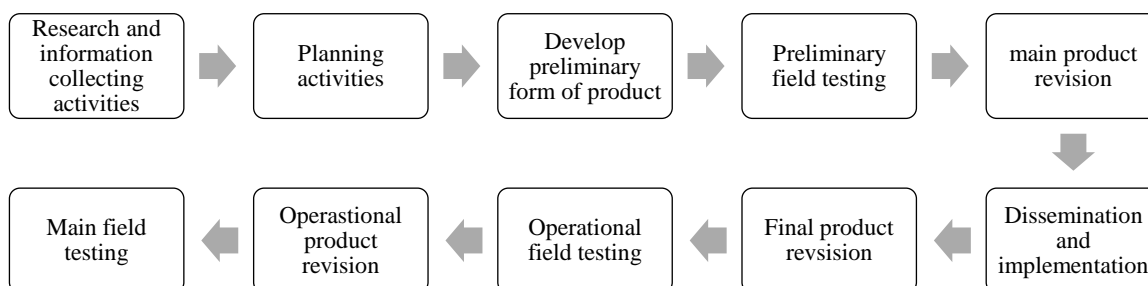
1. Bagaimanakah peningkatan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi setelah mahasiswa berlatih menulis materi ajar multimodus representasi menggunakan strategi *Triple Step Writing Strategy* (TS-WS)?
2. Bagaimanakah keefektifan strategi TS-WS yang dikembangkan dan diimplementasikan dalam perkuliahan pendalaman fisika sekolah dalam meningkatkan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi dibandingkan dengan strategi konvensional?



**Gambar 1.** Strategi Menulis Materi Ajar Multimodus Representasi

### METODE

Desain penelitian untuk mengembangkan strategi pembelajaran menulis materi ajar multimodus representasi yang diimplementasikan dalam mata kuliah Pendalaman Fisika Sekolah Lanjutan pada penelitian ini adalah *research and development (R & D)* (Gall & Borg, 2003). Penelitian pengembangan R & D menurut Gall & Borg (2003) adalah proses yang sistematis yang bertujuan mengembangkan, memperbaiki, dan menilai program dan produk pendidikan. Langkah-langkah penelitian R & D seperti yang terlihat pada Gambar 2, pada umumnya digunakan oleh para peneliti untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada, kemudian dievaluasi sehingga diperoleh kriteria tertentu yang lebih efektif. Tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi studi pendahuluan, perencanaan, mengembangkan rancangan strategi pembelajaran, uji coba pendahuluan, merevisi produk dan uji coba utama. Namun demikian, penerapan R&D dalam penelitian ini tidak dilakukan secara lengkap tapi hanya sampai tahap uji coba utama (*main field testing*). Uji-lapangan operasional (*operational field testing*) tidak dilakukan karena keterbatasan waktu.



**Gambar 2.** Langkah-langkah R&D menurut Gall & Borg

### Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini ialah seluruh mahasiswa calon guru di Program Studi Pendidikan Fisika pada sebuah LPTK di Bandung yang mengontrak mata kuliah Pendalaman Fisika Sekolah II di semester ganjil tahun akademik 2019/2020, sedangkan sampelnya dipilih 2 kelas. Teknik pengambilan sampel yang digunakan yaitu *purposive sampling* (Sugiyono, 2014). Pada uji coba pendahuluan sebanyak 15 orang siswa terlibat sebagai partisipan. Sedangkan pada uji coba utama sebanyak 47 orang yang dibagi menjadi 2 kelas, yaitu 25 mahasiswa kelas eksperimen dan 22 mahasiswa kelas kontrol terlibat sebagai partisipan.

### Teknik Pengumpulan Data

Instrumen rubrik dan pedoman skoring produk materi ajar multimodus representasi digunakan untuk menilai produk materi ajar multimodus representasi yang dibuat oleh mahasiswa. Rubrik dan pedoman skoring, dibuat menggunakan rubrik analitik berdasarkan skor nol sampai empat. Aspek dan sub-aspek yang dinilai dari produk materi ajar multimodus representasi disusun oleh peneliti merujuk pada kriteria BSNP. Aspek dan sub-aspek tersebut disajikan pada Tabel 1. Sementara rubrik diadaptasi dari rubrik menulis dalam penelitian Hand, Gunel dan Ulu (2009).

**Tabel 1.** Aspek dan Sub-aspek Menulis Materi Ajar Multimodus Representasi

Aspek	Sub-Aspek
Pedagogik	a. Kesesuaian uraian materi ajar dengan KD dan IPK b. Kedalaman uraian materi ajar berdasarkan KD dan IPK c. Keruntutan penjabaran materi ajar
Konten	a. Ketepatan uraian konsep/hukum fisika b. Kuantitas representasi visual untuk mendukung uraian konsep/hukum fisika c. Kelengkapan representasi visual untuk mendukung uraian konsep/hukum fisika d. Keakuratan representasi visual e. Keterpaduan uraian konsep/hukum fisika
Konteks	a. Ketepatan konteks sains dan teknologi b. Uraian konteks sains dan teknologi

### Teknik Analisis Data

Untuk mengetahui peningkatan skor yang dicapai setelah mahasiswa mengikuti pembelajaran menggunakan strategi pembelajaran TS-WS dalam keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi, ditentukan melalui besar *gain* yang dinormalisasi atau  $\langle g \rangle$  (Hake, 199) yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\langle g \rangle = \frac{\% \langle G \rangle}{\% \langle G \rangle_{mak}} = \frac{(\% \langle S_f \rangle - \% \langle S_i \rangle)}{(100 - \% \langle S_i \rangle)}$$

Keterangan:

- $\langle g \rangle$  = rata-rata gain yang dinormalisasi,
- $\langle G \rangle$  = rata-rata gain aktual,
- $\langle G \rangle_{mak}$  = rata-rata gain maksimum yang mungkin,
- $\langle S_f \rangle$  = rata-rata skor tugas akhir menulis materi ajar,
- $\langle S_i \rangle$  = rata-rata skor tugas awal menulis materi ajar.

Besarnya  $\langle g \rangle$  yang diperoleh lalu diinterpretasikan menurut kriteria Hake berdasarkan klasifikasi pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Interpretasi Nilai Gain Dinormalisasi (Hake, 1998)

Perolehan N-gain	Kategori
$\langle g \rangle \geq 0,70$	Tinggi
$0,70 > \langle g \rangle \geq 0,30$	Sedang
$\langle g \rangle < 0,30$	Rendah

Analisis keefektifan TS-WS dilakukan melalui dua tahap, yaitu dengan menguji hipotesis penelitian melalui uji hipotesis dan dengan menghitung *effect size* (ukuran dampak) (Sawilowsky, 2009). Hal tersebut dilakukan untuk membuktikan bahwa strategi TS-WS memiliki keefektifan yang lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Uji hipotesis dalam penelitian ini menggunakan uji Mann Whitney sedangkan ukuran dampak menggunakan rumus Cohen's *d* (Thalheimer and Cook, 2002). Ukuran dampak dimaksudkan untuk mengetahui keefektifan strategi pembelajaran keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi juga untuk mengukur besarnya pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Ukuran dampak ini dihitung berdasarkan perbedaan rata-rata tugas menulis setelah perlakuan pada kelompok eksperimen dan kontrol. Persamaan yang digunakan untuk ukuran dampak adalah :

$$d = \frac{|\bar{x}_e - \bar{x}_c|}{S_{pooled}}$$

dengan

$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_e - 1)S_e^2 + (n_c - 1)S_c^2}{n_e + n_c}}$$

Keterangan simbol:

- $D$  : Ukuran dampak
- $\bar{x}_e$  dan  $\bar{x}_c$  : Nilai rata-rata kelompok eksperimen dan kelompok kontrol
- $n_e$  dan  $n_c$  : Banyaknya subjek kelompok eksperimen dan kelompok kontrol
- $S_e$  dan  $S_c$  : Standar deviasi kelompok eksperimen dan kelompok kontrol
- $S_{pooled}$  : Standar deviasi sampel-sampel yang digabungkan (*pooled*)

Harga koefisien ukuran dampak yang diperoleh lalu diinterpretasikan menggunakan kriteria *d* dari Cohen (1998) seperti terlihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Kriteria Ukuran Dampak Menurut Cohen (1998)

Ukuran dampak (d)	Kriteria
$0,00 \leq d < 0,20$	Kecil
$0,20 \leq d < 0,80$	Sedang
$0,80 \leq d < 2,00$	Tinggi

Hasil perhitungan koefisien ukuran dampak yang diperoleh pada penelitian ini merujuk pada ukuran dampak yang dikembangkan oleh Sawilowsky (2009), seperti pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Kriteria Ukuran Dampak Menurut Sawilowsky (2009)

Ukuran dampak (d)	Kriteria	Referensi
$0,01 \leq d < 0,2$	Dampak sangat kecil ( <i>very small effect</i> )	Sawilowsky (2009)
$0,2 \leq d < 0,5$	Dampak kecil ( <i>small effect</i> )	Cohen (1998)
$0,5 \leq d < 0,8$	Dampak sedang ( <i>medium effect</i> )	Cohen (1998)
$0,8 \leq d < 1,2$	Dampak besar ( <i>large effect</i> )	Cohen (1998)
$1,2 \leq d < 2,0$	Dampak sangat besar ( <i>very large effect</i> )	Sawilowsky (2009)
$d \geq 2$	Dampak besar sekali ( <i>huge effect</i> )	Sawilowsky (2009)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterampilan mahasiswa dalam menulis materi ajar multimodus representasi dalam penelitian ini adalah keterampilan mahasiswa menulis materi ajar yang dalam penulisannya mengintegrasikan modus teks, gambar, diagram piktorial, tabel, grafik dan persamaan matematika dalam satu kesatuan yang utuh untuk menjelaskan konsep-konsep fisika. Tujuannya adalah agar materi pembelajaran yang disajikan dalam materi ajar tersebut dapat dipahami dengan mudah oleh pembacanya yaitu siswa SMA/MA yang memiliki keberagaman dalam kemampuan memahami konsep fisika.

Sesuai dengan tahap-tahap penelitian R&D dan untuk mengetahui kelemahan dalam upaya menyempurnakan strategi-strategi yang telah dirancang maka perlu dilakukan uji coba pendahuluan (*pleriminary field test*). Berdasarkan analisis data hasil uji coba pendahuluan, selanjutnya dilakukan uji coba utama (*main field test*) untuk melihat kelayakan dari strategi yang dikembangkan sehingga strategi

merepresentasi konsep fisika ini layak untuk diimplementasikan dan dapat meningkatkan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi pada mahasiswa calon guru fisika

Pada tugas menulis materi ajar multimodus representasi, terdapat 8 materi atau topik yang ditulis oleh mahasiswa baik mahasiswa di kelas eksperimen maupun di kelas kontrol. Setiap materi atau topik dikerjakan oleh tiga sampai empat orang mahasiswa. Materi atau topik tersebut adalah: 1) Usaha dan Energi, 2) Getaran dan Gelombang, 3) Elastisitas, 4) Fluida Statis, 5) Fluida Dinamis, 6) Gaya dan Medan Listrik, 7) Medan Magnet, dan 8) Induksi Elektromagnetik. Tahap strategi pembelajaran keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi sebagaimana disajikan pada Gambar 1, diimplementasikan dalam pembelajaran di kelas eksperimen. Sebelum pelaksanaan pembelajaran di kelas eksperimen, dosen menugaskan mahasiswa untuk menyerahkan materi ajar yang pernah dibuatnya. Setelah menyelesaikan pembelajaran keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi, mahasiswa di kelas eksperimen menyerahkan materi ajar kepada dosen. Selanjutnya mahasiswa diharuskan memperbaiki materi ajar yang telah diperiksa oleh dosen. Mahasiswa di kelas kontrol disarankan oleh dosen untuk membaca kembali buku referensi yang digunakan sebagai rujukan dalam menulis materi ajar dan memperbaiki materi ajarnya.

Rubrik penilaian dikembangkan oleh peneliti dan diadaptasi dari rubrik menulis dalam penelitian Hand, Gunel dan Ulu (2009). Rata-rata skor skor tugas awal dan tugas akhir menulis materi ajar multimodus representasi dan N-Gain diperlihatkan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Rata-Rata Skor Skor Tugas Awal dan Tugas Akhir Menulis Materi Ajar Multimodus Representasi dan N-Gain

Aspek	Sub-Aspek	Kelas Eksperimen (n = 25)			Kelas Kontrol (n = 22)		
		Rata-rata Skor Tugas Awal	Rata-rata Skor Tugas Akhir	<g>	Rata-rata Skor Tugas Awal	Rata-rata Skor Tugas Akhir	<g>
Pedagogik	a. Kesesuaian uraian materi ajar dengan KD dan IPK	82,00	98,00	0,89	83,00	85,20	0,13
	b. Kedalaman uraian materi ajar berdasarkan KD dan IPK	58,00	84,00	0,62	58,00	61,40	0,08
	c. Keruntutan penjabaran materi ajar	50,00	78,00	0,56	50,00	52,30	0,05
Konten	a. Ketepatan uraian konsep/hukum fisika	70,00	80,0	0,33	70,50	71,60	0,04
	b. Kuantitas representasi visual untuk mendukung uraian konsep/hukum fisika	69,00	80,0	0,35	70,50	75,00	0,15
	c. Kelengkapan representasi visual untuk mendukung uraian konsep/hukum fisika	50,00	81,00	0,62	50,00	62,50	0,25
	d. Keakuratan representasi visual	45,00	77,00	0,58	46,60	64,80	0,34
	e. Keterpaduan uraian konsep/hukum fisika	57,00	81,00	0,56	56,80	71,60	0,34

Aspek	Sub-Aspek	Kelas Eksperimen (n = 25)			Kelas Kontrol (n = 22)		
		Rata-rata Skor		<g>	Rata-rata Skor		<g>
		Tugas Awal	Tugas Akhir		Tugas Awal	Tugas Akhir	
Konteks	a. Ketepatan konteks sains dan teknologi	45,00	50,00	0,09	25,00	29,50	0,06
	b. Uraian konteks sains dan teknologi	35,00	40,00	0,08	25,0	26,10	0,02
Rata-rata		56,10	74,00	0,47	53,50	60,00	0,14

N-Gain yang dicapai dari keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi adalah sebesar  $\langle g \rangle = 0,47$ . Kelas kontrol secara rata-rata mengalami peningkatan yang rendah dengan nilai  $\langle g \rangle$  sebesar 0,14. Pada aspek pedagogik yaitu keterampilan menyesuaikan kompetensi dasar (KD) dan indikator pencapaian kompetensi (IPK) dengan uraian materi ajar mahasiswa sudah terampil melakukannya karena tugas tersebut adalah tugas yang sudah pernah diajarkan dan sering dilakukan oleh mahasiswa calon guru fisika. Keterampilan dalam dua aspek ini sudah dikuasai dengan baik sehingga dalam menentukan IPK dosen hanya memberikan arahan pada mahasiswa agar IPK dibuat secara rinci karena IPK sebagai pemandu utama untuk mengembangkan uraian materi yang akan disajikan dalam materi ajar dan menjadi acuan dalam menentukan kedalaman dan keluasan materi ajar yang akan ditulis. Strategi yang disarankan agar mahasiswa dapat mengembangkan IPK adalah mengidentifikasi pengetahuan dan kemampuan minimal yang harus dimiliki oleh siswa SMA/MA. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan mengidentifikasi soal-soal fisika yang diujikan dalam ujian nasional atau ujian masuk perguruan tinggi negeri. Dengan mengetahui cakupan soal-soal tersebut, penulis materi ajar dapat menentukan kedalaman dari materi ajar yang akan ditulis (Sinaga, Suhandi dan Liliarsari, 2015). Dengan menggunakan strategi-strategi tersebut, maka semua IPK yang telah ditetapkan dapat diwujudkan keberadaannya dalam uraian materi ajar.

Selain sudah mampu menuliskan IPK secara terperinci, mahasiswa juga sudah terampil menguraikan materi ajar fisika dengan kedalaman yang cukup memadai. Peningkatan keterampilan menguraikan materi ajar dengan kedalaman yang memadai bagi siswa SMA/MA termasuk dalam kategori sedang dengan  $\langle g \rangle$  sebesar 0,62 sebanyak 68% mahasiswa terampil menyajikan materi ajar dengan kedalaman materi ajar cukup memadai dan berlandaskan pada hasil membaca sumber-sumber referensi yang layak. Strategi yang disarankan untuk diterapkan agar dapat membuat uraian materi ajar dengan tingkat kedalaman yang sesuai dengan KD dan IPK adalah dengan membuat peta konsep. Untuk dapat membuat peta konsep mahasiswa harus membaca sumber-sumber referensi terkait materi ajar yang akan ditulisnya. Pada tugas membaca buku referensi, mahasiswa diwajibkan untuk menggunakan buku-buku tingkat universitas sebagai sumber bacaan. Pada tahap membuat peta konsep, strategi yang dilakukan adalah: 1) membuat ringkasan dari materi ajar yang akan ditulis; 2) menandai konsep-konsep yang ada dalam ringkasan tersebut; 3) menetapkan konsep umum, konsep kurang umum dan contoh-contoh; dan 4) menyusun konsep-konsep yang telah ditetapkan dari konsep umum ke konsep kurang umum dan membuat proposisi sebagai penghubung antar konsep. Meskipun demikian, membuat peta konsep bagi sebagian besar mahasiswa adalah tugas yang berat dan menantang.

Penelitian yang dilakukan oleh Ünlü et al. (2006) yang mengidentifikasi kesulitan mahasiswa calon guru fisika menemukan bahwa ketika peta konsep yang dihasilkan oleh para ahli dan mahasiswa calon guru fisika dibandingkan, ditemukan bahwa peta yang dihasilkan oleh para ahli jauh lebih komprehensif. Diasumsikan bahwa salah satu alasan mahasiswa calon guru fisika mengalami kesulitan dalam menghasilkan peta konsep dan kenyataan bahwa peta konsep yang dihasilkan ruang lingkupnya sempit adalah karena ketidakmampuan membangun hubungan antara konsep; artinya, pengetahuan mereka tidak pada tingkat konseptual. Selama pembelajaran, konsep-konsep dalam pelajaran fisika dipelajari secara berurutan, topik-topiknya dikembangkan tapi tanpa membangun hubungan di antara konsep-konsep tersebut. Dinyatakan oleh Ingec (2009), mahasiswa mengalami kesulitan dalam menghasilkan peta konsep mungkin disebabkan oleh fakta bahwa peta konsep menilai pengetahuan mahasiswa dari perspektif konseptual sementara selama masa studinya siswa terbiasa dengan tes prestasi yang mengukur tingkat pengetahuan tentang topik berbentuk tes pilihan ganda sejak dari sekolah dasar.



Tes pilihan ganda hanya mengukur pengetahuan, tidak mengukur pengembangan konseptual dan tes pilihan ganda didasarkan pada memecahkan sebanyak mungkin pertanyaan dalam waktu sesingkat mungkin daripada fokus pada pemahaman.

Dalam hal keruntutan penjabaran materi fisika, meskipun N-Gain yang dicapai masih dalam kategori sedang ( $\langle g \rangle = 0,56$ ), mahasiswa di kelas eksperimen sudah mampu menjelaskan secara runtut materi ajar terkait dengan KD yang telah ditetapkan. Ada dua aspek yang dinilai dalam keruntutan yaitu keruntutan dalam penyajian sub-topik dan keruntutan dalam penjabaran materi fisika di dalam masing-masing sub-topik. Keruntutan dalam penyajian sub-topik materi ajar adalah kesesuaian urutan sub-topik dengan standar kurikulum nasional. Dalam aspek keruntutan penyajian sub-topik, 50% mahasiswa sudah mampu menyajikannya sesuai dengan standar kurikulum nasional. Keruntutan dalam penjabaran materi fisika adalah penjabaran materi fisika dalam sub-topik diawali dari fakta menuju kepada konsep yang sudah dikenal atau sudah dipelajari siswa dan dilanjutkan dengan menjelaskan konsep yang belum dikenal dan akan dipelajari. Keterampilan dalam menyajikan uraian konsep atau hukum fisika secara runtut diduga karena pengaruh dari strategi yang digunakan yaitu strategi analisis materi ajar. Pada tahap ini mahasiswa mengisi form Analisis Materi Ajar yang disediakan oleh dosen. Mahasiswa dipandu oleh dosen dengan bekerja secara berkelompok sesuai dengan topik atau materi fisika yang dipilihnya. Manfaat dari analisis materi ajar adalah sebagai pedoman dan rambu-rambu bagi penulis materi ajar agar urutan tulisan materi ajarnya runtut dimulai dari menyajikan fakta, konsep dan prosedur sehingga dengan penyajian yang runtut ini diharapkan dapat menyesuaikan dengan keruntutan berpikir siswa sehingga dapat memfasilitasi belajar siswa. Kemampuan mahasiswa dalam menganalisis materi ajar didasari oleh telah tersedianya pengetahuan tentang fakta, konsep dan prosedur pada *long-term memory* mahasiswa. Hal ini sejalan dengan pendapat Limpo dan Alves (2018) yang menyatakan bahwa dalam tahap perencanaan, seorang penulis mengekstraksi informasi dari lingkungan tugasnya dan melalui pencarian konten materi dalam *long-term memory* penulis.

Aspek berikutnya yang diukur dari keterampilan mahasiswa dalam menulis materi ajar multimodus representasi adalah ketepatan dalam menguraikan konsep-konsep fisika. Keterampilan mahasiswa dalam menguraikan konsep/hukum fisika dalam aspek ketepatan uraian konsep dalam modus teks terlihat bahwa mayoritas mahasiswa yaitu sebanyak 80 % mampu membuat uraian konsep/hukum fisika dalam modus representasi teks. Peningkatan keterampilan mahasiswa dalam menjabarkan materi fisika dalam modus representasi teks berada dalam kategori sedang dengan N-Gain sebesar  $\langle g \rangle = 0,33$ . Meskipun masih ada sedikit kesalahan yang dilakukan dalam membuat uraian konsep/hukum fisika dalam modus representasi teks namun hanya memerlukan sedikit perbaikan dan tidak menimbulkan miskonsepsi. Strategi pembelajaran yang memberi pengaruh dalam keterampilan ini diduga adalah strategi “menguraikan konsep yang terdapat dalam peta konsep menjadi uraian konsep dalam representasi teks dan visual”. Pada tahap ini seluruh konsep yang ada dalam peta konsep harus dideskripsikan dalam modus representasi teks dan setiap deskripsi teks harus dilengkapi dengan sebanyak-banyaknya modus representasi visual yang relevan dengan teks. Tugas menambahkan modus representasi visual yang relevan dengan teks tampak memberikan pengaruh timbal balik pada tugas membuat uraian konsep sehingga berdasarkan modus representasi visual, mahasiswa dapat membuat uraian konsep lebih tepat. Hal ini membuktikan bahwa gambar-gambar dalam teks dapat meningkatkan pemahaman konsep yang lebih mendalam (Ainsworth 2006; Nakhleh & Postek 2008).

Faktor lain yang mempengaruhi keterampilan mahasiswa dalam membuat uraian konsep tanpa miskonsepsi adalah penugasan membaca artikel-artikel yang membahas tentang miskonsepsi siswa. Mahasiswa ditugaskan untuk mencari artikel dalam jurnal tertentu kemudian membacanya dan mendiskusikan dengan teman dalam kelompok. Membaca artikel yang membahas tentang miskonsepsi siswa dan mendiskusikan dengan teman dalam kelompok digunakan sebagai pedoman dan rambu-rambu bagi penulis materi ajar agar konsep-konsep fisika yang diuraikan dalam materi ajar tidak menimbulkan miskonsepsi. von Aufschnaiter & Rogge (2010) menyatakan bahwa, untuk mengetahui masalah konseptual (miskonsepsi) yang dialami siswa, dapat dilakukan melalui diskusi dalam kelompok yang terdiri dari dua siswa atau lebih dengan masalah yang telah ditetapkan dan dari hasil observasi yang dilakukan guru maka ide dan kesalahpahaman siswa akan tampak secara lebih terbuka dan jelas.

Dalam menyajikan representasi visual, sebelum ditugaskan untuk menulis materi ajar multimodus representasi, mahasiswa di kelas eksperimen telah mendapatkan pembelajaran merepresentasi konsep fisika sebanyak tiga kali pertemuan. Dengan demikian diharapkan keterampilan mereka dalam menyajikan representasi visual meningkat dibandingkan dengan tugas awal menulis dan secara

signifikan lebih baik dibanding mahasiswa di kelas kontrol. Namun jika ditinjau dari kuantitas atau banyaknya representasi visual yang mungkin ada untuk mendukung uraian materi ajar, peningkatan keterampilan dalam aspek ini berada dalam kategori sedang dengan nilai N-Gain  $\langle g \rangle = 0,35$ . Hasil analisis terhadap materi ajar yang ditulis mahasiswa, 80% mahasiswa menampilkan representasi visual cenderung meniru buku-buku referensi yang digunakan, tidak ada representasi alternatif yang ditampilkan. Merujuk pada pernyataan Prain & Waldrip (2007) bahwa multi-modus mengacu pada integrasi wacana sains dengan menggunakan modus yang berbeda-beda untuk merepresentasikan penalaran dan temuan ilmiah sedangkan multirepresentasi mengacu pada praktik merepresentasikan kembali sebuah konsep melalui berbagai bentuk. Keterampilan mahasiswa calon guru dalam penelitian ini baru mencapai keterampilan merepresentasikan kembali (*re-representation*). Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Bhattacharyya dan Bodner (2005) bahwa mahasiswa pascasarjana jurusan kimia yang telah menyelesaikan kimia organik bahkan tidak dapat menjelaskan proses yang dialami reaktan untuk menghasilkan produk meskipun mereka berhasil menggambar mekanisme kimia menggunakan panah melengkung. Tampaknya mereka hanya mereproduksi urutan peristiwa yang dihafal.

Ditinjau dari kelengkapan dan keakuratannya, representasi visual yang disajikan mengalami peningkatan dalam kategori sedang dengan nilai N-Gain masing-masing adalah  $\langle g \rangle = 0,52$  dan  $\langle g \rangle = 0,58$ . Pada tugas akhir menulis materi ajar dan setelah dosen menganjurkan untuk merevisinya, representasi visual yang disertakan dalam uraian teks mayoritas berupa representasi visual dengan keakuratan dan kelengkapan yang lebih baik dari tugas awal. Namun hanya 28% mahasiswa yang sudah terampil menyajikan representasi gambar lebih akurat dan proporsional, ada keterangan dalam representasi gambar yang disertakan dalam uraian teks, mencantumkan besaran dan satuan dalam grafik dan tabel, dan menuliskan arti fisis dari persamaan matematika. Sebanyak 56% memerlukan sedikit perbaikan untuk memperbaiki akurasi. Sedangkan sisanya yaitu 16% memerlukan banyak perbaikan agar akurasi lebih baik lagi. Keadaan ini sejalan dengan pendapat diSessa (2004) dan Eilam (2014) yang menyatakan bahwa pengembangan representasi visual sangat penuh dengan tantangan karena representasi visual menggunakan "bahasa" simbol, dan konvensi yang memiliki ciri khusus.

Peningkatan keterampilan mahasiswa dalam membuat uraian materi ajar secara terpadu berada dalam kategori sedang dengan nilai N-Gain  $\langle g \rangle = 0,58$ . Sebanyak 60% mahasiswa dalam menyajikan uraian materi ajarnya kurang mencerminkan satu kesatuan yang utuh dan sinkron walaupun uraian materi ajar telah ditampilkan dalam representasi teks dan dilengkapi dengan representasi visual untuk memperjelas uraian materi ajar. Tata urutan penggunaan modus representasi yang dipilih kurang sesuai dengan kaidah yang ditetapkan (dimulai dari teks, gambar, tabel, grafik dan terakhir persamaan matematika) dan tidak semua modus representasi visual dirujuk dalam tubuh tulisan namun demikian materi ajar masih dapat dipahami. Keadaan ini mencerminkan bahwa pemahaman konsep mahasiswa masih dangkal, sebagaimana pendapat Seufert (2003) tentang pemahaman sains yang dikaitkan dengan kognisi dalam hal penulisan dan representasi multimodus. Dia menegaskan bahwa pemahaman konseptual yang mendalam hanya benar-benar terwujud ketika siswa mampu menghasilkan koneksi di dalam maupun di antara representasi yang berbeda. diSessa (2004) menyatakan bahwa jika kompetensi multimodal siswa meningkat dengan baik, maka tidak hanya produk tertulis dengan menyertakan multimodus atau keefektifan strategi yang digunakan dalam menghubungkan multimodus kedalam teks (karakteristik yang dapat diukur melalui eksplorasi produk tertulis) namun pemahaman siswa tentang konsep sains yang dibahas dalam tugas menulis juga meningkat.

Aspek keterampilan menulis materi ajar berikutnya yang diukur setelah mahasiswa mengimplementasikan strategi TS-WS adalah keterampilan menyajikan topik konteks sains dan teknologi yang relevan dengan materi fisika yang diuraikan dalam materi ajar. Peningkatan keterampilan mahasiswa dalam membuat uraian materi ajar secara terpadu berada dalam kategori sedang dengan nilai N-Gain  $\langle g \rangle = 0,58$ . Sebanyak 70% mahasiswa tidak menyajikan pembahasan topik konteks sains dan teknologi. Keadaan ini diduga karena selama pembelajaran keterampilan menulis materi ajar: 1) dosen tidak memberi bantuan atau strategi apapun, misalnya menginformasikan tentang sumber-sumber referensi yang di dalamnya selain membahas materi pembelajaran dari aspek konsep juga membahas aspek konteks, dosen hanya menyarankan dan memberi contoh sebuah materi ajar yang didalamnya terdapat satu sub-bab yang secara khusus menyajikan konteks sains, 2) dosen kurang memberikan penekanan yang mewajibkan mahasiswa mengaitkan konten sains dengan konteksnya, 3) mahasiswa menggunakan buku-buku referensi yang tidak menyertakan atau membahas konteks sains, dan 4) mahasiswa tidak aktif mencari konteks sains & teknologi hal ini kemungkinan besar karena

mahasiswa belum memiliki kesadaran untuk menyajikan konteks sains dan teknologi. Tindakan yang dilakukan dosen yaitu memberi contoh sebuah materi ajar yang didalamnya terdapat satu sub-bab yang secara khusus menyajikan konteks sains tampaknya sejalan dengan pendapat Fensham (2009) yang menyatakan bahwa akan ada dua keunggulan yang dimiliki guru tanpa mengajarkan konteks tetapi dengan memberikan kesempatan dan keleluasaan kepada mereka untuk menentukan konteks yang sesuai dengan konten. Keunggulan yang pertama guru dapat menyesuaikan dengan kebutuhan siswanya dengan memilih konteks yang dianggap relevan dan menarik bagi siswa dan yang kedua mengaitkan konteks dengan konsep sains yang dipilih atau ditetapkan sendiri oleh guru secara psikologis lebih mudah daripada dengan konteks yang dipaksakan.

Keterampilan mahasiswa calon guru yang masih rendah dalam mengaitkan konten materi fisika dengan konteks sains dan teknologi dapat dijadikan sebagai bahan refleksi bagi penyelenggara pendidikan guru agar selama masa studinya calon guru disiapkan untuk memiliki kemampuan dalam mengaitkan konten dengan konteks sains dan teknologi sehingga mereka mampu memilih konteks yang sesuai untuk pengajaran sains. Dengan semakin populernya pendekatan berbasis konteks, beberapa negara telah mengorganisir ulang kurikulum sains mereka sesuai dengan pendekatan berbasis konteks dan penting untuk mempertimbangkan pengembangan profesional karena ada tuntutan kepada guru untuk memproduksi materi ajar yang mengaitkan dengan konteks. Menurut Fensham (2009) bukanlah tugas yang mudah bagi guru sains untuk beralih mengajar dengan cara mengaitkan konteks dunia nyata yang melibatkan sains dan teknologi. Latar belakang akademik mereka (guru) lebih cenderung di bidang sains daripada di bidang aplikasinya, dan yang paling utama mereka tidak memiliki pengalaman langsung baik melalui penelitian ilmiah atau menyelidiki masalah dunia nyata. Mereka juga mungkin merasa tidak berpengalaman dan merasa tidak yakin dengan kemampuan aspek non-sains mereka.

Analisis uji beda dua rata-rata (Mann-Whitney) menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan rata-rata skor peningkatan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi antara kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran menulis materi ajar multimodus representasi dibandingkan dengan kelas kontrol yang tidak memperoleh pembelajaran menulis materi ajar multimodus representasi dengan nilai Sig ( $\alpha$ ) = 0,00 yaitu lebih kecil dari 0,05. Tabel 6 memperlihatkan hasil uji Mann-Whitney pada keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa hipotesis  $H_a$  yaitu terdapat perbedaan yang signifikan dalam peningkatan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi antara kelompok yang menggunakan strategi pembelajaran TS-WS dengan kelompok yang tidak menggunakan strategi pembelajaran tertentu diterima. Artinya TS-WS secara signifikan meningkatkan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi.

**Tabel 6.** Hasil Uji Mann-Whitney Pada Keterampilan Menulis Materi Ajar Multimodus Representasi

Asepk	Kelas	Sig.	Keterangan
Keterampilan Menulis Materi Ajar Multimodus Representasi	Eksperimen Kontrol	0,000	Terdapat perbedaan yang signifikan

Hasil uji ukuran pengaruh (*effect size*) memperlihatkan ukuran pengaruh  $d = 1,6$  ini membuktikan TS-WS memiliki ukuran pengaruh yang tinggi dalam meningkatkan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi seperti disajikan pada Tabel 7. Dengan demikian berdasarkan uji beda dua rata-rata dan ukuran pengaruh dalam kategori tinggi ( $d = 1,6$ ) dapat dinyatakan bahwa strategi TS-WS efektif dalam meningkatkan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi.

**Tabel 7.** Uji Ukuran Pengaruh Pada Keterampilan Menulis Materi Ajar Multimodus Representasi

Aspek yang Diuji	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol		Ukuran Pengaruh (d)	Kategori
	Rata-rata Gain	Standar Deviasi	Rata-rata Gain	Standar Deviasi		
Keterampilan Menulis Materi Ajar Multimodus Representasi	24,20	12,00	8,98	6,00	1,60	Tinggi

Perbedaan peningkatan keterampilan menulis materi ajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol membuktikan bahwa keterampilan mahasiswa dalam menulis materi ajar multimodus

representasi adalah akibat dari penerapan strategi menulis yang diajarkan dan telah munculnya kesadaran dalam diri mahasiswa bahwa materi ajar yang mereka tulis adalah bentuk komunikasi tertulis antara seorang guru dengan siswa. Kesadaran tersebut perlu diaktifkan oleh dosen sebelum mahasiswa melakukan tugas menulis. Bahkan selama melakukan tugas menulis mulai dari tahap perencanaan, tahap translasi dan tahap revisi, mahasiswa harus selalu mengingatkan dirinya sendiri bahwa menulis materi ajar adalah bentuk komunikasi tertulis antara seorang guru dengan siswa. Hal tersebut penting dilakukan berdasarkan pada pernyataan Kellogg (2008) tentang perkembangan keterampilan menulis “kemajuan melalui tiga tahap” (*progressing through three stages*) dan mengingat bahwa rata-rata usia mahasiswa calon guru sebagai partisipan dalam penelitian adalah 21 tahun yang masih termasuk dalam kelompok usia *Knowledge-Transforming*, atau menjelang masuk ke kelompok *Knowledge-Crafting* maka dosen perlu senantiasa mengingatkan mahasiswa bahwa tugas menulis ini adalah untuk menulis materi ajar yang nantinya akan dibaca oleh siswa. Penulis pada tahap *Knowledge-Transforming* masih membutuhkan panduan untuk mengoordinasikan interaksi dari ide-ide perencanaan yang kompleks, pembuatan teks, dan peninjauan gagasan dan peninjauan teks (Kellogg, 2008).

Aspek lain yang diperkirakan memberikan kontribusi dalam peningkatan keterampilan mahasiswa dalam menulis materi ajar multimodus representasi adalah strategi yang telah dikembangkan yaitu strategi TS-WS yang diimplementasikan dalam menulis materi ajar multimodus representasi yang meliputi tahap perencanaan, tahap translasi dan tahap revisi. Strategi TS-WS memberikan solusi untuk mengelola beban kognitif menulis dengan cara melatih menulis melalui tahap-tahap pra-menulis, saat menulis dan pasca menulis, sebagaimana dinyatakan oleh Kellogg (2008); Torrance & Galbraith (2006) bahwa salah satu solusi untuk mengelola beban kognitif secara efektif dan meningkatkan teks final dilakukan dengan cara mengurangi tumpang tindih antara proses penulisan dan selama produksi teks dan menggunakan strategi yang mendukung.

### SIMPULAN

Karakteristik strategi menulis materi ajar multimodus representasi yang dinamai TS-WS mengacu pada tiga proses kognitif menulis, yaitu, perencanaan, translasi, dan revisi membantu mahasiswa calon guru fisika dalam menulis materi ajar fisika yang berorientasi pada karakteristik siswa yang memiliki beragam kemampuan dalam memahami materi pembelajaran. Peningkatan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi setelah mahasiswa berlatih menulis materi ajar multimodus representasi menggunakan strategi *Triple Step Writing Strategy* berada dalam kategori sedang. N-Gain yang dicapai dari keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi adalah sebesar  $\langle g \rangle = 0,47$ . Strategi TS-WS terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan mahasiswa calon guru fisika dalam menulis materi ajar multimodus representasi. Pada keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi ini, perlu menambahkan satu tahap lagi dalam TS-WS yang secara khusus melatih keterampilan mengaitkan konsep fisika dengan konteks sains

### DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16, 183–198. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Bhattacharyya, G., & Bodner, G. M. (2005). "It gets me to the product": How students propose organic mechanisms. *Journal of Chemical Education*, 82(9), 1402. <https://doi.org/10.1021/ed082p1402>
- Demirbag, M., & Gunel, M. (2014). Integrating Argument-Based Science Inquiry with Modal Representations: Impact on Science Achievement, Argumentation, and Writing Skills. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(1), 386–391. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.1.1632>
- diSessa, A. (2004). Metarepresentation: Native competence and targets for instruction. *Cognition and Instruction*, 22(3), 293–331. [https://doi.org/10.1207/s1532690xci2203\\_2](https://doi.org/10.1207/s1532690xci2203_2)
- Eilam, B., Poyas, Y., Hashimshoni, R., (2014). Representing Visually: What Teachers Know and What They Prefer. Dalam Eilam, B. dan Gilbert, J.K (Ed) *Science Teachers' Use of Visual Representations*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-06526-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06526-7_3)
- Fraenkel, J.R & Wallen, N.E. (2006). *How to Design and Evaluate Research in Education*. New York: Mc. Grow Hill Pub Co

- Gunel, M., & Yesildag-Hasancebi, F. (2016). Modal representations and their role in the learning process: A theoretical and pragmatic analysis. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 16, 109-126. <https://doi.org/10.12738/estp.2016.1.0054>
- Gunel M., Hand, B., Gunduz, S. (2006). Understanding of Quantum Physics When Embedding Multimodal Representations into Two Different Writing Formats: Presentation Format Versus Summary Report Format. *Science Education*, 90:1092– 1112. <https://doi.org/10.1002/sce.20160>
- Gunstone, R., Mulhall, P. & McKittrick, B., (2009). 'Physics teachers' perceptions of the difficulty of teaching electricity', *Research in Science Education* 39(4), 515–538. <https://doi.org/10.1007/s11165-008-9092-y>
- Hake, R.R. (1998). Interactive-engagement vs traditional method: A six-thousand students survey of mechanic test data for introductory physics course. *American Journal of Physics*, 66, 64-74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hand, B., Gunel, M., & Ulu, C. (2009). Sequencing Embedded Multimodal Representations in a Writing to Learn Approach to the Teaching of Electricity . *Journal of Research in Science Teaching*. 46 (3), 225–247. <https://doi.org/10.1002/tea.20282>
- Hayes, J. R., & Flower, L. (1986). Writing research and the writer. *American Psychologist*, 41, 1106–1113. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.41.10.1106>
- Hubber, P., Tytler, R., & Haslam, F. (2010). Teaching and learning about force with a representational focus: Pedagogy and teacher change. *Research in Science Education*, 40(1), 5–28. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9154-9>
- Kellogg, R.T. (2008). Training writing skills: A cognitive developmental perspective. *Journal of writing research*, 1(1), 1-26
- Limpo, T. & Alves, R., A. (2018). Effects of planning strategies on writing dynamics and final texts. *Acta Psychologica*, 188, 97–109. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2018.06.001>
- Mayer, R. E., & Sims, V. K. (1994). For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual coding theory of multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 86, 389–401. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.3.389>
- McDermott, M. A., & Hand, B. (2013). The impact of embedding multiple modes of representation within writing tasks on high school students' chemistry understanding. *Instructional Science*, 41, 217–246
- Mendiknas. Permendiknas RI No. 16 Tahun 2007 (2007).
- Nakhleh, M. B., & Postek, B. (2008). Learning chemistry using multiple external representations. In J. K. Gilbert, M. Reiner, & M. Nakhleh (Eds.), *Visualization: Theory and practice in science education* (pp. 209–231). Dordrecht: Springer.
- Prain, V., & Waldrip, B. (2007). An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1843–1866
- Prastowo, A. (2012). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press
- Rahmi, A., Yusrizal, Maulana, I. (2014). Pengembangan Bahan Ajar Modul pada Materi Hidrokarbon di SMA Negeri 11 Banda Aceh. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 2 (1), 12-26.
- Sawilowsky, Shlomo S. (2009). New Effect Size Rules of Thumb. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*. Tersedia di <http://digitalcommons.wayne.edu/jmasm/vol8/iss2/26>
- Simbolon, M., & Sinaga, P. (2015). Analisis Materi Ajar Fisika yang Digunakan di SMA Berdasarkan Level Penggunaan Multi Representasi dan Pembekalan Keterampilan Pemecahan Masalah. In *Seminar Nasional Fisika (SINAFI)* (pp. 114-120).
- Sinaga, P., Suhandi, A. & Liliyasi (2014). The Effectiveness Of Learning To Represent Physics Concept Approach: Preparing Pre-Service Physics Teachers To Be Good Teachers. *International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences*, 2(4), 127-136
- Sinaga, P., & Suhandi, A. (2015). The Effectiveness of Scaffolding Design in Training Writing Skills Physics Teaching Materials. *International journal of instruction*, 8(1), 19-34.
- Sinaga, P. (2014). *Pengembangan program perkuliahan fisika sekolah III untuk meningkatkan kompetensi menulis materi ajar calon guru menggunakan multi modus representasi* (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).

- Torrance, M., & Galbraith, D. (2006). The Processing Demands Of Writing. Dalam MacArthur, C., Graham, S., & Fitzgerlad, J. (Eds.). (2006). *Handbook of Writing Research*. New York: Guilford Publications
- von Aufschnaiter, C & Rogge, C. (2010). Misconceptions or Missing Conceptions? *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(1), 3-18. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75223>