

**PENGARUH METODE INTEGRATED WORKED EXAMPLE DALAM
MULTIMEDIA PEMBELAJARAN STATISTIKA SMP TERHADAP KEMAMPUAN
RETENSI, TRANSFER, DAN COGNITIVE LOAD**

***THE EFFECT OF INTEGRATED WORKED EXAMPLE METHOD IN MULTIMEDIA
STATISTICS LEARNING ON RETENTION, TRANSFER, AND COGNITIVE LOAD
FOR JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS***

Sarifah Kusuma Ambami*, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

Endah Retnowati, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

*e-mail: sarifahkusuma.2021@student.uny.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pengaruh antara penggunaan metode *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* dalam multimedia pembelajaran statistika terhadap (1) kemampuan retensi; (2) kemampuan transfer; (3) *cognitive load* selama tes kemampuan retensi; dan (4) *cognitive load* selama tes kemampuan transfer. Penelitian ini merupakan *true experiment* dengan desain penelitian *double-blind*, di mana randomisasi dilakukan antara kelompok eksperimen. Dalam proses randomisasi, baik subjek penelitian maupun peneliti tidak mengetahui kondisi perlakuan yang digunakan. Pembelajaran dilakukan melalui tiga fase, yaitu fase *introductory*, fase *acquisition*, dan fase tes. Penelitian dilakukan di salah satu SMP Negeri di Yogyakarta, dengan sampel penelitian berjumlah 62 siswa, yang terpilih secara acak. Untuk memperoleh data penelitian, instrumen yang digunakan adalah tes kemampuan retensi dan transfer serta skala pengukuran *cognitive load* pada akhir butir soal. Analisis data yang digunakan adalah ANCOVA (*Analysis of Covariance*) dengan nilai tes kemampuan awal dan skor *cognitive load* selama pembelajaran digunakan sebagai kovariat serta taraf signifikansi 0.05. Hasil analisis menyimpulkan bahwa dalam pembelajaran multimedia statistika, metode *integrated worked example* tidak lebih unggul secara signifikan dari metode *non-integrated worked example* ditinjau dari kemampuan retensi, kemampuan transfer, *cognitive load* selama tes retensi, dan transfer. Oleh karena itu, kedua metode *integrated worked example* maupun metode *non-integrated worked example* dapat digunakan sebagai alternatif yang baik untuk mengajarkan siswa kelas VIII cara menghitung nilai rata-rata dari suatu grafik melalui pembelajaran multimedia.

Kata kunci: *beban kognitif, multimedia, retensi, transfer, contoh pengerjaan*

Abstract. This study aims to investigate the difference in the effects between the use of *integrated worked example* and *non-integrated worked example* methods in multimedia statistics learning on (1) retention ability; (2) transfer ability; (3) cognitive load during the retention ability test; and (4) cognitive load during the transfer ability test. This study is a *true experiment* with a *double-blind* research design, in which randomization is carried out between experimental groups. In this randomization process, neither the research subjects nor the researchers are aware of the treatment conditions being used. The learning is conducted through three phases: the *introductory* phase, the *acquisition* phase, and the *test* phase. The study was conducted in one of the public junior high schools in Yogyakarta, involving 62

randomly selected students. To collect the research data, the instruments used were retention and transfer ability tests and cognitive load measurement scales at the end of the items. The data analysis used was ANCOVA (Analysis of Covariance) with initial ability test scores and cognitive load scores during learning used as covariates and a significance level of 0.05. The results of the analysis concluded that in multimedia statistics learning, the integrated worked example method is not significantly superior to the non-integrated worked example method in terms of retention ability, transfer ability, cognitive load during retention and transfer tests. Therefore, both the integrated worked example method and the non-integrated worked example method can be used as good alternatives to teach grade VIII students how to calculate the mean value of a graph through multimedia learning.

Keywords: *cognitive load, cognitive load multimedia learning, retention, transfer, worked example.*

PENDAHULUAN

Aktivitas utama dari belajar matematika adalah pemecahan masalah (Retnowati, Ayres, & Sweller, 2010). Pemecahan masalah melibatkan pemahaman masalah, perencanaan strategi, penerapan strategi, dan evaluasi hasil untuk menemukan solusi atau jawaban yang tepat. Namun, serangkaian proses pemecahan masalah tidak akan terjadi tanpa adanya peran dari proses retensi dan transfer, di mana dalam proses pemecahan masalah selalu diikuti oleh kemampuan retensi dan transfer. Anderson & Krathwohl (2001) berpendapat bahwa tujuan utama pendidikan adalah untuk meningkatkan kemampuan retensi dan transfer. Sejalan dengan itu, Mayer (2002) menyatakan bahwa dua tujuan pendidikan yang paling penting adalah untuk meningkatkan retensi dan transfer, yang jika tercapai, mengindikasikan adanya pembelajaran yang bermakna. Oleh karena itu, untuk mencapai tujuan utama pendidikan tersebut, aktivitas pemecahan masalah yang mengacu pada kemampuan retensi dan transfer menjadi sangat penting.

Kemampuan retensi adalah kemampuan untuk mengingat kembali pengetahuan yang telah dipelajari dalam jangka waktu tertentu (Mayer, 2002). Mengingat kembali merupakan proses penting dalam pembelajaran karena memungkinkan peserta didik melakukan pemecahan masalah (Mayer, 2002). Secara singkat, kemampuan retensi mengharuskan peserta didik mengingat apa yang telah mereka pelajari (Bransford, 1999). Dengan demikian, kemampuan retensi sangat diperlukan dalam pemecahan masalah pada pembelajaran matematika karena memungkinkan peserta didik mengingat kembali pengetahuan yang telah dipelajari.

Kemampuan transfer adalah kemampuan untuk menerapkan pengetahuan yang telah dimiliki ke dalam situasi yang berbeda (Cui et al., 2006). Mayer (2002) berpendapat bahwa kemampuan transfer adalah kemampuan untuk menggunakan pengetahuan yang telah dipelajari untuk memecahkan masalah baru atau menjawab pertanyaan baru. Secara singkat, kemampuan transfer mengharuskan peserta didik tidak hanya mengingat, tetapi juga memahami dan mampu menggunakan pengetahuan yang telah mereka pelajari (Bransford, 1999). Dengan demikian, kemampuan transfer memungkinkan peserta didik tidak hanya mengingat tetapi juga memahami dan menggunakan pengetahuan yang telah dipelajari untuk memecahkan masalah baru dan menjawab pertanyaan baru.

Seiring adanya kegiatan pemecahan masalah pada pembelajaran matematika, berdasar pada *cognitive load theory* (CLT) peserta didik mengalami muatan kognitif (*cognitive load*). *Cognitive load theory* adalah teori desain pembelajaran yang mengacu pada kapasitas struktur kognitif manusia dalam upaya untuk mengkonstruksi pengetahuan baru (Sweller, 1988). *Cognitive load theory* menjelaskan bahwa muatan kognitif terbagi menjadi tiga aspek (Paas et

al., 2010). Pertama, *intrinsic cognitive load*, yang berkaitan dengan kompleksitas materi yang dipelajari. Kedua, *extraneous cognitive load*, yang berkaitan dengan cara materi disajikan atau dipelajari. Dan ketiga, *germane cognitive load*, yang berkaitan dengan pengorganisasian dan pemrosesan informasi sehingga pembelajar dapat memahami dan mengaitkan informasi baru dengan pengetahuan yang sudah dimiliki. Ketiga jenis *cognitive load* tersebut harus diperhatikan selama proses pembelajaran matematika. *Extraneous cognitive load* harus direduksi karena dapat mengganggu proses pembelajaran. *Germane cognitive load* harus dioptimalkan karena memiliki peran penting dalam pengorganisasian dan pemrosesan informasi. Sedangkan, *intrinsic cognitive load* harus diperhitungkan karena terkait dengan kompleksitas materi yang dipelajari (Sweller & Chandler, 1994). Oleh karena itu, penting untuk merancang pembelajaran yang memperhatikan *cognitive load* dan dapat mengelola ketiga jenis *cognitive load* tersebut.

Van Merriënboer & Sweller (2010) merangkum desain instruksional yang dapat mereduksi *extraneous cognitive load*, salah satunya adalah *worked example*. Metode *worked example* dipercaya mampu mereduksi *cognitive load* dengan meminimalkan *extraneous cognitive load* dalam pembelajaran (Sweller et al., 2011). Metode ini didasarkan pada prinsip bahwa menyajikan contoh konkret dari pemecahan masalah dapat membantu peserta didik memahami konsep dan strategi yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah serupa. Dalam *worked example*, peserta didik diberikan contoh langkah demi langkah tentang bagaimana menyelesaikan masalah, sehingga peserta didik dapat memahami strategi yang digunakan dan menerapkannya dalam memecahkan masalah yang serupa. Van gog (2004) menyatakan bahwa untuk peserta didik *novice*, pada tes transfer menunjukkan bahwa belajar dengan *worked example* lebih efektif daripada belajar dengan *problem solving*, pembelajaran dengan *worked example* juga lebih efisien jika ditinjau dari kemampuan transfer. Dengan demikian, penggunaan metode *worked example* dianggap sebagai metode yang mampu mereduksi *cognitive load* sehingga kemampuan retensi dan transfer tidak mengalami hambatan selama pembelajaran matematika.

Pembelajaran matematika di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) menyajikan materi statistika (Aini, 2023). Statistika merupakan materi yang memiliki *intrinsic cognitive load* yang tinggi dimana terdapat materi yang kompleks dan mengandung *multi step problem* (Reed, 1999). Reed (1999) menyebutkan, bahwa *multi step problem* adalah masalah yang dapat diselesaikan dengan menggabungkan elemen operasi atau skema yang telah diketahui sebelumnya. Salah satu materi statistika yang memiliki *multi step problem* adalah menghitung nilai rata-rata dari suatu data. Meskipun menghitung nilai rata-rata dari suatu data sudah diperkenalkan di tingkat Sekolah Dasar (SD), di tingkat SMP peserta didik diajarkan untuk menghitung rata-rata yang disajikan melalui diagram atau grafik. Pemahaman grafik melibatkan tiga proses utama yakni (1) pengkodean informasi visual dalam grafik, (2) menyimpulkan hubungan konseptual dari informasi visual, (3) mengkontekstualisasikan informasi (Shah & Hoeffner, 2002). Berdasar pada *cognitive theory multimedia learning* (CTML) (Mayer, 2005), membaca grafik membutuhkan proses mental, dimana sebelum bisa membaca grafik peserta didik perlu mengembangkan model mental yang terorganisir terlebih dahulu. Terdapatnya kebutuhan proses mental menandakan bahwa terjadi pula *cognitive load* selama kegiatan membaca grafik. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan metode atau alat pembelajaran yang dapat membantu mengelola *cognitive load*, seperti multimedia, untuk mempermudah peserta didik dalam memahami dan mengaplikasikan materi statistika yang memiliki *intrinsic load* yang tinggi.

Multimedia adalah sesuatu yang terdiri dari gambar (visual) dan kalimat (teks) (Mayer, 2009). Mayer (2009) berpendapat jika seseorang belajar lebih baik menggunakan kombinasi kata-kata dan gambar dibandingkan dengan hanya kata-kata saja. Ketika kata-kata dan gambar

disajikan bersama, seseorang memiliki kesempatan untuk membangun model mental verbal dan visual serta membangun hubungan di antara keduanya. Kesempatan untuk membangun model mental verbal dan visual ini memungkinkan seseorang untuk meningkatkan pemahaman mereka dalam belajar. Sejalan dengan hal tersebut, Mayer (2009) juga berpendapat jika Seseorang belajar lebih baik menggunakan gambar dan kata-kata yang diucapkan (narasi) daripada dari gambar dan kata-kata yang dicetak. Dengan menggunakan narasi, muatan pada saluran visual bisa direduksi. Dalam pembelajaran multimedia yang menyajikan animasi dan kata-kata yang ditampilkan pada layar, baik gambar maupun kata-kata masuk ke dalam sistem kognitif melalui mata, sehingga menyebabkan kelebihan muatan pada saluran visual. Sebaliknya, jika pembelajaran multimedia yang menyajikan animasi dan narasi, gambar akan masuk ke dalam sistem kognitif melalui saluran visual, sedangkan narasi akan masuk ke dalam sistem kognitif melalui saluran verbal. Hal ini memungkinkan peserta didik untuk memproses gambar dalam saluran visual lebih maksimal tanpa bersaing dengan teks, sehingga meningkatkan pemahaman dan pembelajaran. Pembelajaran dengan menggunakan multimedia memiliki tujuan di antaranya adalah memandu peserta didik secara aktif belajar dan mengkonstruksi sistem pengetahuan (Ye, 2021). Dengan memanfaatkan multimedia yang terdiri dari fitur visual dan teks, multimedia mampu membantu memperjelas dan memperkaya pengalaman belajar, serta memungkinkan peserta didik untuk menjelajahi kompetensi pembelajaran dengan aktif dan mengkonstruksi pengetahuan mereka sendiri. Dengan demikian, penggunaan multimedia yang efektif mengkombinasikan antara gambar dan kata-kata, baik dalam bentuk teks maupun narasi, memberikan kesempatan untuk membangun model mental verbal dan visual yang saling berhubungan dan mengurangi beban pada saluran visual, serta meningkatkan pemahaman serta pengalaman belajar mereka.

Terdapat dua belas prinsip multimedia yang dikemukakan oleh Mayer (2009), salah satunya adalah prinsip *spatial contiguity*. Hasil penelitian Pouw (2019) menunjukkan bahwa adanya jarak spasial akan memberi muatan kognitif yang lebih tinggi pada *working memory* peserta didik sehingga kinerja yang dihasilkan akan menjadi rendah. Sejalan dengan Pouw, Bauhoff (2012) menyebutkan bahwa semakin besar jarak spasial akan menambah muatan kognitif. Selanjutnya, Hardiess (2008) menyebutkan bahwa jarak spasial yang lebih jauh membutuhkan proses informasi yang lebih lama jika dibandingkan dengan jarak spasial yang lebih dekat. Berdasarkan *cognitive load theory*, hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara penggunaan *working memory* dan jarak spasial, di mana seiring dengan besarnya jarak spasial yang disajikan maka muatan kognitif yang diberikan pada *working memory* akan semakin besar. Artinya adalah terjadi peningkatan *extraneous cognitive load* pada peserta didik. Meningkatnya *extraneous cognitive load* dapat mengakibatkan pemahaman yang diperoleh oleh peserta didik tidak terkonstruksi dengan baik. Dengan demikian penggunaan prinsip *spatial contiguity* yang baik dalam desain pembelajaran multimedia sangat penting untuk mengoptimalkan kinerja *working memory* peserta didik. Namun demikian, penerapan prinsip *spatial contiguity* bervariasi tergantung dari *intrinsic cognitive load* kompetensi matematika yang diajarkan. Salah satu penerapan prinsip *spatial contiguity* adalah penyajian visual dan teks yang terintegrasi. Integrasi antara visual dan teks yang bersesuaian disebut dengan *integrated presentation* (Mayer, 2009). Namun demikian, proses integrasi yang dilakukan perlu menghindari *redundancy effects*, yaitu penyajian informasi dari berbagai sumber secara bersamaan (Sweller et al., 2011).

Materi statistika menghitung nilai rata-rata dari sajian grafik dapat disajikan melalui *worked example* yang dikemas dalam pembelajaran multimedia. Untuk menguji *integrated presentation* sebagai salah satu dari penerapan prinsip *spatial contiguity* yang dapat meminimalkan *extraneous cognitive load* dengan meminimalkan jarak objek yang bersesuaian,

penelitian ini secara spesifik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan pengaruh antara penggunaan metode *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* dalam multimedia pembelajaran statistika terhadap (1) kemampuan retensi; (2) kemampuan transfer; (3) *cognitive load* selama tes kemampuan retensi; dan (4) *cognitive load* selama tes kemampuan transfer. Dengan hipotesis yang diusung adalah terdapatnya perbedaan pengaruh antara penggunaan metode *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* dalam multimedia pembelajaran statistika terhadap (1) kemampuan retensi; (2) kemampuan transfer; (3) *cognitive load* selama tes kemampuan retensi; dan (4) *cognitive load* selama tes kemampuan transfer.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah *true experiment* dengan desain *double blind* dimana terjadi randomisasi antar kelompok eksperimen dan dalam proses randomisasinya, subjek penelitian maupun peneliti tidak mengetahui kondisi perlakuan yang digunakan. Tujuan dilakukannya *double blind* adalah untuk mengurangi bias yang mungkin terjadi saat penelitian berlangsung. Penerapan desain *double-blind* juga diharapkan memberikan hasil penelitian yang lebih objektif sehingga hasil penelitian lebih dapat dipercaya serta tidak terpengaruh oleh keyakinan baik dari pihak peneliti maupun subjek penelitian

Sampel penelitian

Sampel penelitian terdiri dari 62 peserta didik kelas VIII dari dua kelas reguler di salah satu sekolah menengah pertama di Yogyakarta. Peserta didik yang dipilih memiliki rata-rata usia 14,05 tahun, belajar dengan menggunakan kurikulum berbasis nasional yang sama, dan belum pernah mempelajari statistika menggunakan representasi grafik selama di SMP. Sekolah Menengah Pertama di Yogyakarta yang dipilih adalah sekolah yang memiliki fasilitas laboratorium komputer yang memadai untuk dilakukannya pembelajaran multimedia.

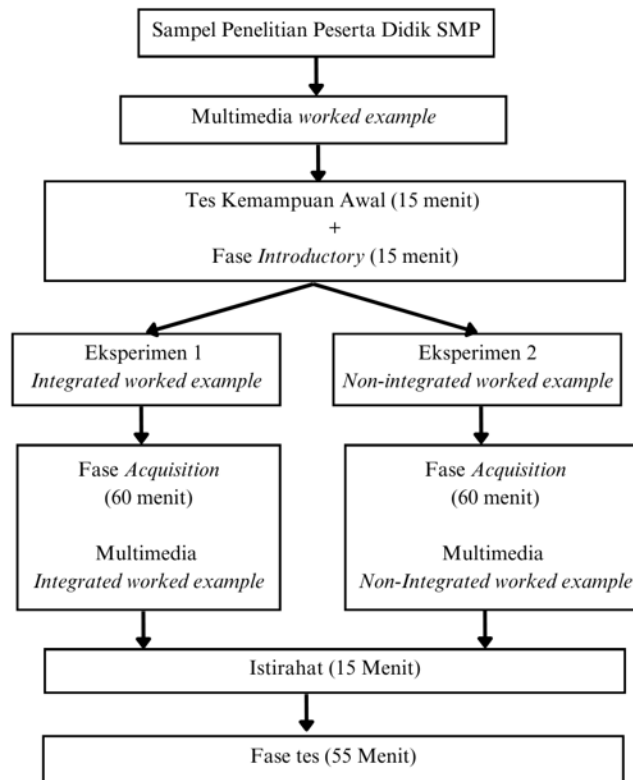
Variabel penelitian

Variabel pada penelitian ini terdiri dari empat kategori, yakni (1) variabel bebas, (2) variabel terikat, (3) variabel kovariat, dan (4) variabel kontrol. Variabel bebas terdiri dari metode pembelajaran yang diterapkan yakni multimedia pembelajaran dengan *integrated worked example* dan *non-integrated worked example*. Variabel terikat terdiri dari kemampuan retensi, kemampuan transfer, dan *cognitive load* peserta didik selama tes retensi maupun transfer. Variabel kovariat terdiri dari kemampuan awal peserta didik dan *cognitive load* selama pembelajaran. Variabel kontrol terdiri dari kompetensi ajar, alokasi waktu, kompetensi prasyarat, dan instrumen tes.

Prosedur penelitian

Penelitian dilakukan melalui tiga tahap yakni tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap pelaporan. Tahap persiapan digunakan untuk mempersiapkan instrumen penelitian dan perangkat pembelajaran yang akan digunakan pada tahap pelaksanaan. Perangkat pembelajaran yang disiapkan terdiri dari Modul ajar, dan Multimedia pembelajaran berupa masing-masing lima pasang video *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* dengan topik menghitung nilai rata-rata dari diagram garis, diagram batang dan diagram lingkaran.

Tahap pelaksanaan dilakukan di kelas secara tatap muka, melalui tiga fase yakni (1) fase *introductory*; (2) fase *acquisition*; dan (3) fase *test* yang disajikan pada **Gambar 1**.



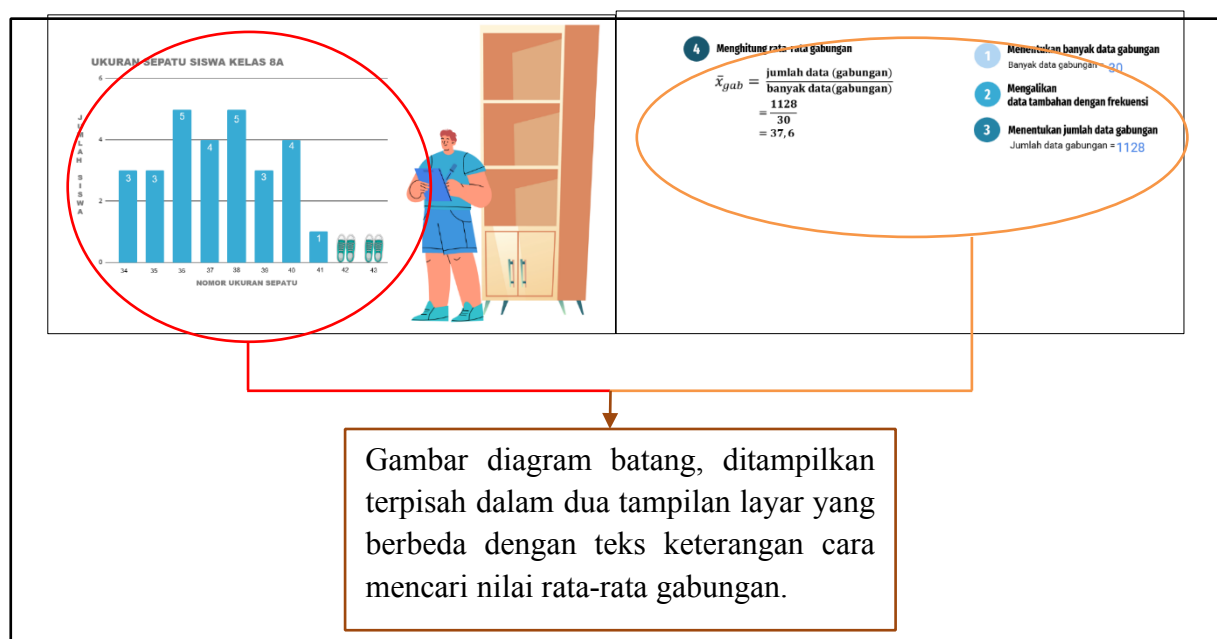
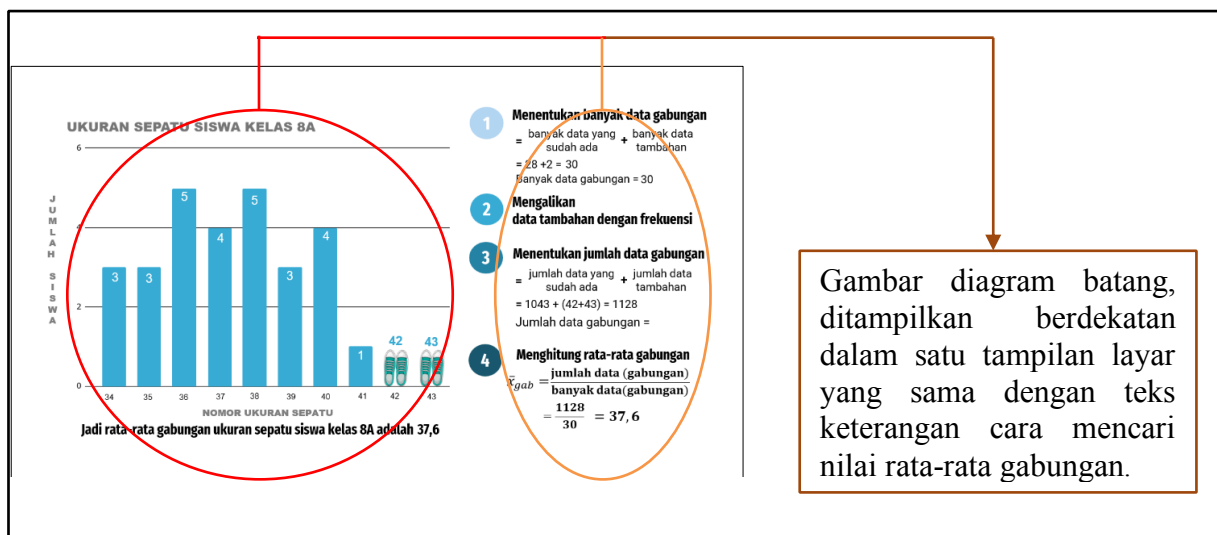
Gambar 1. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Fase *introductory* dilaksanakan setelah diadakannya tes kemampuan awal. Fase *introductory* adalah fase yang digunakan untuk mengaktifkan *prior knowledge* peserta didik dengan menyajikan kompetensi prasyarat yang akan digunakan selama penelitian berlangsung, sehingga peserta didik mampu mengingat dan mengaitkan kompetensi prasyarat dengan kompetensi yang diajarkan pada penelitian. Kompetensi yang disajikan pada fase *introductory* adalah analisis diagram yang terdiri dari diagram garis, batang, dan lingkaran. Tabel 1. adalah kisi-kisi tes kemampuan awal

Tabel 1. Kisi-kisi Tes Kemampuan Awal

No soal	Kisi-kisi Tes Kemampuan Awal
1	Menghitung nilai rata-rata data tunggal kurang dari 10
2	Menghitung nilai rata-rata suatu data berfrekuensi
3	Menghitung nilai rata-rata data tunggal lebih dari 10
4	Menghitung nilai data jika diketahui rata-rata

Setelah dilakukan fase *introductory*, pembelajaran dilanjutkan dengan fase *acquisition*. Fase *acquisition* adalah fase dimana peserta didik secara individu belajar menggunakan multimedia pembelajaran berupa video yang telah dirancang. Multimedia pembelajaran berupa video yang dirancang terdiri dari dua jenis yakni Multimedia pembelajaran dengan *integrated worked example* dan *non-integrated worked example*. Peserta didik secara acak mempelajari video *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* yang dilanjutkan dengan mengukur *cognitive load* peserta didik selama pembelajaran berlangsung. **Gambar 2** dan **Gambar 3** adalah perbedaan dari kedua multimedia yang telah dirancang.



Terdapat lima pasang sajian multimedia pembelajaran *worked example* dengan kisi-kisi dan durasi yang tersaji pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Kisi-kisi dan durasi Multimedia Pembelajaran *Worked Example*

Video	Kisi-kisi Multimedia Pembelajaran	Durasi	
		IWE	N-IWE
1	Menentukan nilai rata-rata data dalam suatu diagram garis	07:18	07:18
2	Menghitung suatu nilai data yang hilang jika diketahui rata-rata yang tersaji dalam diagram garis	07:53	08:01
3	Menentukan nilai rata-rata data dalam suatu diagram batang	10:58	11:07
4	Menentukan nilai rata-rata gabungan data dalam suatu diagram batang	10:41	10:40
5	Menentukan nilai rata-rata data dalam suatu diagram lingkaran	13:57	13:53

Setelah dilakukan fase *acquisition* pembelajaran dilanjutkan dengan fase *test*. Fase *test* adalah fase yang digunakan untuk mengukur kemampuan retensi, kemampuan transfer, dan *cognitive load* peserta didik selama tes kemampuan retensi maupun transfer berlangsung. **Tabel 3** adalah kisi-kisi tes retensi dan transfer

Tabel 3. Kisi-kisi Tes Retensi dan Transfer

No	Kisi-kisi Tes	Nomor Soal
Retensi		
1.	Menentukan nilai rata-rata data dalam suatu diagram garis	1
2.	Menentukan nilai rata-rata gabungan data dalam suatu diagram batang	4
3.	Menentukan nilai rata-rata data dalam suatu diagram lingkaran	5
Transfer		
4.	Menghitung suatu nilai data yang hilang jika diketahui rata-rata yang tersaji dalam diagram garis	2
5.	Menentukan nilai rata-rata data dalam suatu diagram batang	3
6.	Menentukan nilai rata-rata data dalam suatu diagram lingkaran	6

Tahap pelaporan terdiri dari analisis data dan penulisan laporan. Analisis data dilakukan sesuai dengan hipotesis dan teknik analisis yang digunakan. Data yang dianalisis terdiri dari nilai tes kemampuan awal, tes kemampuan retensi, tes kemampuan transfer, skor *cognitive load* selama fase *acquisition*, *cognitive load* selama fase tes kemampuan retensi, dan *cognitive load* selama fase tes kemampuan transfer. Kemudian penulisan laporan dilakukan untuk menjawab rumusan masalah penelitian.

Instrumen penelitian

Instrumen penelitian terdiri dari instrumen tes dan non tes. Instrumen tes berupa tes uraian dari tes kemampuan awal, tes kemampuan retensi, dan tes transfer. Terdapat empat soal pada tes kemampuan awal, dan masing-masing tiga soal pada tes kemampuan retensi maupun transfer.

Sedangkan, instrumen non tes berupa *self-rating scale* dengan rentang skala 1 (sangat mudah sekali) sampai dengan 9 (sangat sulit sekali) yang digunakan untuk mengukur *cognitive load* peserta didik (Retnowati, et al., 2018). **Gambar 4** adalah *self-rating scale* yang digunakan pada penelitian ini.

Seberapa mudah atau sulit kamu menyelesaikan soal di atas?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sangat mudah sekali								Sangat sulit sekali

Gambar 4. *Self-Rating Scale*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian menggunakan uji ANCOVA (*Analysis of Covariance*). Kovariat yang digunakan dalam penelitian adalah nilai tes kemampuan awal dan skor *cognitive load* selama fase *acquisition*. Hasil dari analisis digunakan untuk menjawab rumusan masalah dan menyimpulkan hipotesis terdapatnya perbedaan pengaruh antara penggunaan metode *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* dalam multimedia pembelajaran statistika terhadap (1) kemampuan retensi; (2) kemampuan transfer; (3) *cognitive load* selama tes kemampuan retensi; dan (4) *cognitive load* selama tes kemampuan transfer. Kriteria pengambilan keputusan yang digunakan adalah H_0 ditolak jika nilai signifikansi kurang

dari 0,05 ($p - value < 0,05$).

HASIL

Uji ANCOVA dilakukan dengan variabel terikat: (1) kemampuan retensi, (2) kemampuan transfer, (3) *cognitive load* selama tes kemampuan retensi, dan (4) *cognitive load* selama tes kemampuan transfer. Kovariat yang digunakan adalah: (1) tes kemampuan awal, dan (2) *cognitive load* selama fase *acquisition*. **Tabel 4** adalah hasil deskripsi data dari nilai tes kemampuan awal, nilai tes kemampuan retensi, nilai tes kemampuan transfer, skor *cognitive load* fase *acquisition*, skor *cognitive load* fase tes retensi, dan skor *cognitive load* fase tes transfer

Tabel 4. Deskripsi Data

Deskripsi	<i>Integrated worked example</i> N = 31	<i>Non- Integrated worked example</i> N = 31
Nilai Tes Kemampuan Awal		
Nilai maksimum	100	100
Nilai minimum	0	0
Rata-rata	67,740	62,900
Standar deviasi	31,750	28,041
Nilai Tes Kemampuan Retensi		
Nilai maksimum	100	100
Nilai minimum	22,222	33,333
Rata-rata	67,741	68,458
Standar deviasi	20,955	18,166
Nilai Tes Kemampuan Transfer		
Nilai maksimum	88,889	88,889
Nilai minimum	0	11,111
Rata-rata	54,480	54,838
Standar deviasi	26,966	27,357
Skor Cognitive Load Fase Acquisition		
Nilai maksimum	8,000	7,200
Nilai minimum	1,400	1
Rata-rata	3,980	4,238
Standar deviasi	1,700	1,700
Skor Cognitive Load Fase Test Retensi		
Nilai maksimum	8,667	7,000
Nilai minimum	1,667	1,000
Rata-rata	4,000	3,903
Standar deviasi	1,568	1,791
Skor Cognitive Load Fase Test Transfer		
Nilai maksimum	9,000	8,667
Nilai minimum	2,000	1,000
Rata-rata	5,397	5,075
Standar deviasi	2,238	2,195

Hasil analisis data dirangkum dalam **Tabel 5** berikut

Tabel 5. Hasil Analisis Data

Variabel	MSE	F	Sig.	η_p^2	Kesimpulan
Kemampuan Retensi	56,910	0,170	0,681	0,003	H_0 diterima
Kemampuan Transfer	75,206	0,122	0,728	0,002	H_0 diterima
Cognitive Load					
Fase Tes Kemampuan Retensi	1,197	0,843	0,362	0,014	H_0 diterima
Fase Tes Kemampuan Transfer	4,559	1,608	0,210	0,027	H_0 diterima

Analisis data tes kemampuan retensi

Berdasarkan hasil uji ANCOVA, diperoleh nilai $F(1,59) = 0,170$; $MSE = 56,910$; $p = 0,681$; dan $\eta_p^2 = 0,003$ yang artinya H_0 diterima. Dengan demikian tidak terdapat perbedaan pengaruh antara kelompok eksperimen *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* terhadap kemampuan retensi. Nilai rata-rata tes kemampuan retensi kelompok *integrated worked example* ($\bar{x} = 67,74$; $SD = 20,96$) lebih rendah jika dibandingkan dengan kelompok *non-integrated worked example* ($\bar{x} = 68,46$; $SD = 18,17$). Artinya metode *integrated worked example* tidak lebih unggul secara signifikan dari metode *non-integrated worked example* ditinjau dari kemampuan retensi. Oleh karena itu, hasil analisis data tidak mendukung hipotesis pertama.

Analisis data tes kemampuan transfer

Berdasarkan hasil uji ANCOVA, diperoleh nilai $F(1,59) = 0,122$; $MSE = 75,206$; $p = 0,728$; dan $\eta_p^2 = 0,002$ yang artinya H_0 diterima. Dengan demikian tidak terdapat perbedaan pengaruh antara kelompok eksperimen *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* terhadap kemampuan transfer. Nilai rata-rata tes transfer kelompok *integrated worked example* ($\bar{x} = 54,49$; $SD = 26,97$) lebih rendah jika dibandingkan dengan kelompok *non-integrated worked example* ($\bar{x} = 54,84$; $SD = 27,36$). Artinya metode *integrated worked example* tidak lebih unggul secara signifikan dari metode *non-integrated worked example* ditinjau dari kemampuan transfer. Oleh karena itu, hasil analisis data tidak mendukung hipotesis kedua.

Analisis data tes *cognitive load* fase tes kemampuan retensi

Berdasarkan hasil uji ANCOVA, diperoleh nilai $F(1,59) = 0,843$; $MSE = 1,197$; $p = 0,362$; dan $\eta_p^2 = 0,014$ yang artinya H_0 diterima. Dengan demikian tidak terdapat perbedaan pengaruh antara kelompok eksperimen *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* terhadap *cognitive load* selama tes kemampuan retensi. Skor rata-rata *cognitive load* fase tes retensi kelompok *integrated worked example* ($\bar{x} = 4$; $SD = 1,57$) lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelompok *non-integrated worked example* ($\bar{x} = 3,90$; $SD = 1,79$). Artinya metode *integrated worked example* tidak lebih unggul secara signifikan dari metode *non-integrated worked example* ditinjau dari *cognitive load* pada fase test retensi. Oleh karena itu, hasil analisis data tidak mendukung hipotesis ketiga.

Analisis data tes *cognitive load* fase tes kemampuan transfer

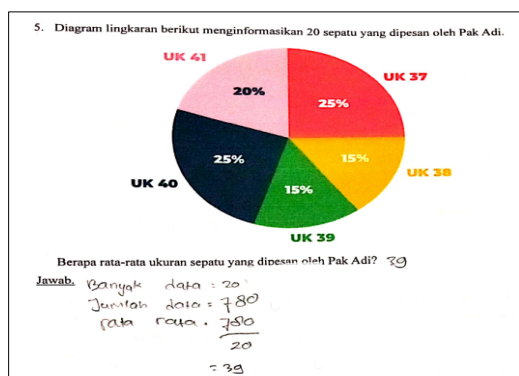
Berdasarkan hasil uji ANCOVA, diperoleh nilai $F(1,59) = 1,608$; $MSE = 4,559$; $p = 0,210$; dan $\eta_p^2 = 0,027$ yang artinya H_0 diterima. Dengan demikian tidak terdapat perbedaan pengaruh

antara kelompok eksperimen *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* dalam multimedia pembelajaran statistika terhadap *cognitive load* selama tes kemampuan transfer. Skor rata-rata *cognitive load* fase tes transfer peserta didik kelompok *integrated worked example* ($\bar{x} = 5,40$; $SD = 2,24$) lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelompok *non-integrated worked example* ($\bar{x} = 5,08$; $SD = 2,20$). Artinya metode *integrated worked example* tidak lebih unggul secara signifikan dari metode *non-integrated worked example* ditinjau dari *cognitive load* pada fase tes transfer. Oleh karena itu, hasil analisis data tidak mendukung hipotesis keempat.

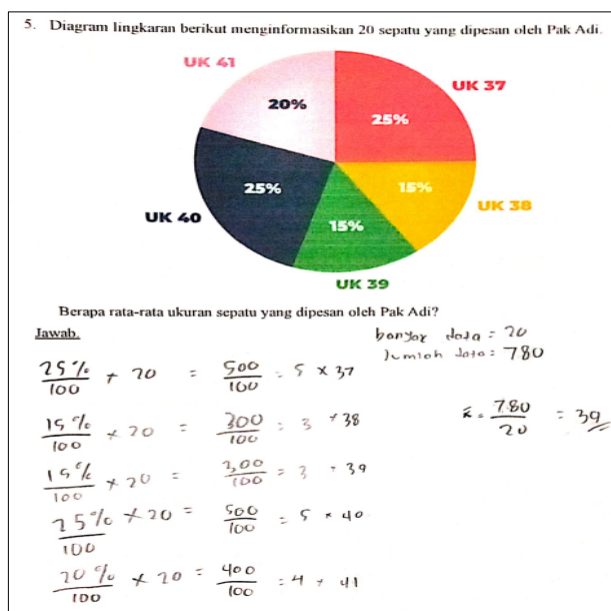
PEMBAHASAN

Terdapat empat hipotesis dalam penelitian yang diuji secara berurutan. Hipotesis pertama (1) menyatakan bahwa terdapat perbedaan pengaruh antara penggunaan metode *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* dalam multimedia pembelajaran statistika terhadap kemampuan retensi. Hipotesis kedua (2) menyatakan bahwa terdapat perbedaan pengaruh antara penggunaan metode *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* dalam multimedia pembelajaran statistika terhadap kemampuan transfer. Hipotesis ketiga (3) menyatakan bahwa terdapat perbedaan pengaruh antara penggunaan metode *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* dalam multimedia pembelajaran statistika terhadap *cognitive load* selama tes kemampuan retensi. Hipotesis keempat (4) menyatakan bahwa terdapat perbedaan pengaruh antara penggunaan metode *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* dalam multimedia pembelajaran statistika terhadap *cognitive load* selama tes kemampuan transfer. Namun, hasil analisis data menunjukkan bahwa keempat hipotesis yang diusung tidak terpenuhi, dengan kata lain hasil analisis data menunjukkan bahwa tidak terdapatnya perbedaan pengaruh antara penggunaan metode *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* dalam multimedia pembelajaran statistika terhadap (1) kemampuan retensi; (2) kemampuan transfer; (3) *cognitive load* selama tes kemampuan retensi; (4) *cognitive load* selama tes kemampuan transfer. Hasil analisis ini bertolak belakang dengan prinsip *spatial contiguity* yang dikemukakan oleh Mayer (2009), dimana peserta didik cenderung belajar lebih baik ketika gambar dan kata-kata pada tampilan layar disajikan secara berdekatan daripada disajikan berjauhan.

Jika dilihat dari hasil pengerjaan peserta didik saat menyelesaikan tes retensi pada **Gambar 5** dan **Gambar 6** terlihat bahwa peserta didik yang menerima perlakuan *integrated worked example* maupun *non-integrated worked example* sudah mampu menyelesaikan soal retensi dan transfer dengan baik. Peserta didik mampu menghitung nilai rata-rata yang diminta dengan benar. Artinya, baik perlakuan *integrated worked example* maupun *non-integrated worked example* dapat membantu peserta didik dalam menyelesaikan tes retensi. Peserta didik mampu menyelesaikan tes retensi karena saat mempelajari contoh pada video, mereka menyimpan pengetahuan yang diperoleh dari contoh tersebut ke dalam *long term memory* yang kemudian disimpan dalam bentuk *schema acquisition*. Ketika peserta didik mengerjakan soal *isomorphic*, yang dalam penelitian ini adalah tes retensi, peserta didik secara otomatis akan menerapkan dan menggunakan pengetahuan yang telah disimpan (*schema automation*). Di sinilah peran penting *worked example* dalam mengoptimalkan *germane cognitive load*. Dengan kata lain, skema pengetahuan yang tersimpan dalam *long term memory* dapat dipanggil secara otomatis untuk menyelesaikan tes retensi.

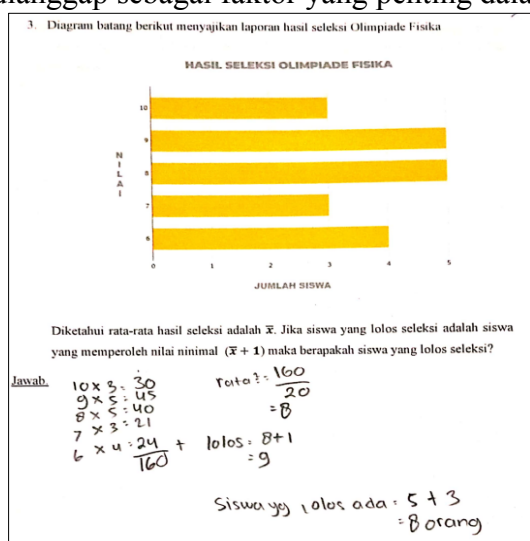


Gambar 5. Hasil pengerjaan tes retensi perlakuan *integrated worked example*

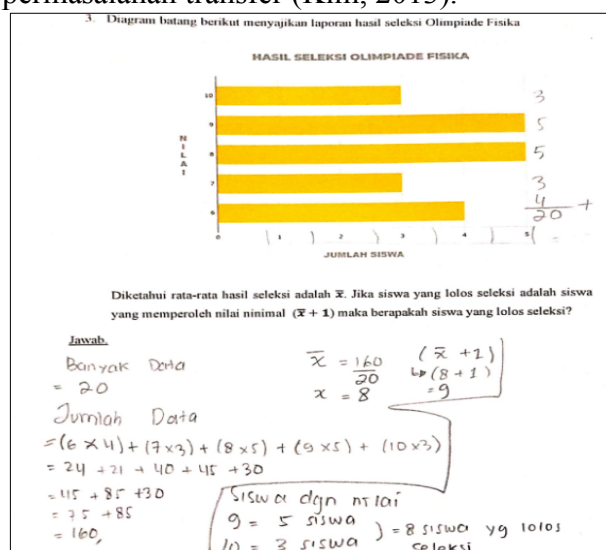


Gambar 6. Hasil pengerjaan tes retensi perlakuan *non-integrated worked example*

Sedangkan jika dilihat dari dari hasil pengerjaan peserta didik saat menyelesaikan tes transfer pada **Gambar 7** dan **Gambar 8** terlihat peserta didik yang menerima perlakuan *integrated worked example* maupun *non-integrated worked example* sudah mampu mengerjakan soal transfer dengan baik. Artinya, baik perlakuan *integrated worked example* maupun *non-integrated worked example* dapat membantu peserta didik dalam menyelesaikan tes transfer. Peserta didik mampu menyelesaikan tes transfer karena saat mempelajari contoh pada video, mereka menyimpan pengetahuan yang diperoleh dari contoh tersebut ke dalam *long term memory* dalam bentuk *schema acquisition*. Akibatnya, peserta didik memiliki skema pengetahuan yang memadai sehingga peserta didik mampu menggunakan prinsip pengorganisaian untuk menyelesaikan tes transfer (Sweller et al., 2011). Konstruksi skema dianggap sebagai faktor yang penting dalam permasalahan transfer (Kim, 2013).



Gambar 7. Hasil pengerjaan tes transfer perlakuan *integrated worked example*



Gambar 8. Hasil pengerjaan tes transfer perlakuan *non-integrated worked example*

Terdapat empat dugaan terkait tidak terdukungnya hipotesis oleh analisis data. Dugaan pertama adalah kedua kelompok eksperimen, yaitu *integrated worked example* dan *non-integrated worked example*, sama-sama menggunakan metode *worked example*. Atkinson (2000) menyebutkan bahwa para ahli sering menggunakan *worked example* yang berisi langkah-langkah untuk menemukan solusi, dengan tujuan memberikan kemudahan dalam menemukan solusi dari suatu permasalahan.

Hasil penelitian Van gog (2004) menunjukkan bahwa *worked example* mampu memberikan hasil tes transfer yang baik. Pembelajaran dengan menggunakan metode *worked example* juga dianggap sebagai pembelajaran yang efektif. *Worked example* merupakan salah satu strategi pembelajaran yang menerapkan *cognitive load theory* dan mampu mereduksi *extraneous cognitive load* (Sweller et al., 2011). Selain itu, *worked example* mampu membebaskan *working memory* akibat dari pencarian solusi yang tidak diperlukan (Jalani & Sern, 2015), sehingga memberikan kesempatan pada *working memory* untuk memproses pengetahuan yang relevan dan mengoptimalkan proses pembentukan skema. Chen (2023) menemukan bahwa *worked example* mampu membantu peserta didik mempelajari langkah-langkah penyelesaian matematika dengan lebih baik, yang pada akhirnya meningkatkan kemampuan retensi maupun transfer peserta didik. *Worked example* juga mampu mengurangi *cognitive load* peserta didik dalam tes retensi maupun transfer. Dengan demikian, penggunaan *worked example* pada kedua kelompok perlakuan diduga sebagai penyebab tidak terdapatnya perbedaan pengaruh antara penggunaan metode *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* dalam multimedia pembelajaran statistika terhadap terhadap kemampuan retensi, kemampuan transfer, *cognitive load* selama tes kemampuan retensi maupun transfer.

Dugaan kedua adalah adanya *expertise reversal effect*, yang merupakan fenomena di mana efektivitas desain instruksional dapat berubah tergantung pada *prior knowledge* yang dimiliki peserta didik (Jiang et al., 2018; Kalyuga et al., 2003). Jiang dan Kalyuga mengemukakan bahwa peserta didik dengan tingkat keahlian rendah cenderung mendapat manfaat dari desain instruksional yang terintegrasi, sementara peserta didik dengan keahlian yang lebih tinggi tidak mendapat manfaat dan bahkan menganggap desain instruksional yang terintegrasi sebagai gangguan (Kalyuga, 2007; Richter, 2020).

Dalam penelitian ini desain instruksional yang dianggap lebih efektif adalah video *integrated worked example*. Namun, hasil analisis menunjukan bahwa baik kelompok *integrated worked example* maupun *non-integrated worked example* tidak menunjukan perbedaan pengaruh terhadap kemampuan retensi, transfer, *cognitive load* selama tes retensi maupun transfer. Hal ini diduga karena fakta bahwa peserta didik telah mengetahui pengetahuan dasar tentang cara menghitung nilai rata-rata saat Sekolah Dasar (SD), meskipun penyajian data dalam bentuk grafik baru dikenalkan di kelas VIII. Berdasar pada *Cognitive Theory Multimedia Learning* (CTML), pemahaman grafik memerlukan model mental dan pengetahuan sebelumnya tentang cara membaca grafik (Mayer, 2014).

Penggunaan grafik dipilih karena dapat memudahkan interpretasi data (Tversky, 2001), namun demikian peran *prior knowledge* tidak dapat dihindarkan dalam memahami dan menginterpretasikan grafik. Meskipun menghitung nilai rata-rata telah dipelajari sebelumnya akan tetapi membaca grafik untuk menghitung nilai rata-rata baru dipelajari pada kelas VIII, sehingga peserta didik dalam konteks ini tetap dianggap sebagai *novice learner*. Oleh karena itu, *expertise reversal effect* diduga menjadi faktor yang menyebabkan tidak terdapatnya perbedaan pengaruh yang signifikan antara kelompok eksperimen *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* terhadap kemampuan retensi, kemampuan transfer, *cognitive load* selama tes kemampuan retensi maupun transfer.

Dugaan ketiga adalah tidak terpenuhinya *boundaries* pada penerapan prinsip *spatial contiguity*. Mayer (2009) mengidentifikasi tiga *boundaries* pada prinsip *spatial contiguity*, yaitu: (1) Pembelajaran tidak familiar dengan materi. Pada penelitian ini, menghitung nilai rata-rata sudah pernah dipelajari oleh peserta didik pada sekolah dasar, sehingga peserta didik diduga telah familiar dengan materi; (2) Diagram tidak sepenuhnya dapat dipahami tanpa kata-kata. Diagram atau grafik yang disajikan pada penelitian ini merupakan diagram sederhana yang diduga peserta didik tidak membutuhkan penjelasan melalui audio. Namun demikian, prinsip *temporal contiguity* pada multimedia untuk memberikan penjelasan dengan audio pada penelitian ini harus diterapkan, sehingga peneliti memberikan narasi; (3) Materi yang dipelajari bersifat kompleks. Kompleksitas materi pada penelitian ini dianggap cukup karena materi mencari nilai rata-rata dari suatu diagram adalah materi yang membutuhkan *multistep* (Aini & Retnowati, 2023). *Multi Step problem* merupakan masalah yang dapat diselesaikan dengan menggabungkan elemen operasi atau skema yang pernah diketahui sebelumnya (Reed, 1999), di mana untuk mencari nilai rata-rata, harus diketahui dulu banyak data dan jumlah data yang merujuk pada nilai rata-rata. Banyak data dan jumlah data yang diperlukan hanya bisa diperoleh jika peserta didik mencermati sajian diagram yang diberikan. Disamping itu, untuk memahami grafik dibutuhkan tiga proses utama, yakni (a) pengkodean informasi visual, (b) penyimpulan hubungan konseptual dari informasi visual, dan (c) kontekstualisasi informasi (Shah & Hoeffner, 2022). Ketiga *boundaries* yang diungkapkan Mayer (2009) terlihat dalam penelitian ini, sehingga penerapan prinsip *spatial contiguity* pada multimedia *integrated worked example* dan *non-integrated worked example* diduga tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap kemampuan retensi, kemampuan transfer *cognitive load* selama tes kemampuan retensi maupun transfer.

Dugaan keempat berkaitan dengan penerapan prinsip multimedia dalam perancangan video *worked example*. Dalam penelitian ini, telah diterapkan 11 dari 12 prinsip multimedia. Prinsip tersebut meliputi prinsip koheren, *signaling*, redundansi, *temporal contiguity*, segmentasi, *pre-training*, *modality*, multimedia, personalisasi, suara, dan gambar. Namun demikian terdapat satu prinsip yang tidak diterapkan dengan sama pada kedua video *worked example*, yakni prinsip *spatial contiguity* dimana untuk multimedia *integrated worked example* gambar dan teks disajikan dalam satu layar presentasi sedangkan untuk multimedia *non-integrated worked example* gambar dan teks disajikan terpisah dalam dua tampilan layar.

Penelitian sebelumnya oleh Anisa & Retnowati (2024) terkait *split attention* yang termasuk bagian dari prinsip *spatial contiguity* menunjukkan bahwa *split attention* tidak memberikan hasil yang lebih baik dalam kemampuan pemecahan masalah jika dibandingkan dengan *integrated worked example*. Namun demikian, hasil penelitian sebelumnya oleh De Koning (2020) menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang komprehensif pada kemampuan transfer peserta didik pada pembelajaran multimedia dengan pemberian perlakuan terhadap *spatial contiguity*. Selanjutnya, penelitian sebelumnya oleh Anisa & Retnowati (2024) menunjukkan bahwa *split attention* tidak menunjukkan hasil yang lebih baik dalam mereduksi *cognitive load* jika dibandingkan dengan *integrated worked example*. Namun demikian, hasil penelitian sebelumnya oleh De Koning (2020) menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang komprehensif pada skor *cognitive load* pada pembelajaran multimedia dengan pemberian perlakuan terhadap *spatial contiguity*.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam pembelajaran multimedia statistika, metode *integrated worked example* tidak lebih unggul secara signifikan dari metode *non-integrated worked example* ditinjau dari kemampuan retensi,

kemampuan transfer, *cognitive load* selama tes retensi, dan transfer. Oleh karena itu, kedua metode *integrated worked example* maupun metode *non-integrated worked example* dapat digunakan sebagai alternatif yang baik untuk mengajarkan siswa kelas VIII cara menghitung nilai rata-rata dari suatu grafik melalui pembelajaran multimedia. Penelitian sejenis terkait pembelajaran multimedia statistika yang dapat dilakukan selanjutnya di antaranya adalah penelitian dengan fokus kompetensi menghitung median dan modus, kemudian penerapan prinsip multimedia selain prinsip *spatial contiguity*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan artikel ini, banyak pihak yang telah memberikan dukungan kepada penelitian ini. Peneliti menyampaikan terima kasih kepada Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan fasilitas sarana dan prasarana dalam pelaksanaan penelitian, serta kepada Bapak/Ibu Dosen Jurusan Pendidikan Matematika.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, R. N. & Retnowati, E. (2023). Apakah metode pembelajaran diferensiasi mengakibatkan *cognitive load* tinggi?. *Jurnal Pengembangan Pembelajaran Matematika*, 5(2), 1-16. <https://doi.org/10.14421/jppm.2023.52.88-102>
- Anderson, W. L. & Krathwohl, D. L. (2001). *A taxonomy for learning teaching and assessing: a revision of bloom's taxonomy of educational objectives*. New York, NY: Logman.
- Anisa, R., & Retnowati, E. (2024). Pengaruh metode *integrated worked example* terhadap kemampuan pemecahan masalah dan *cognitive load*. *Jurnal Pengembangan Pembelajaran Matematika*, 6(1). <https://doi.org/10.14421/jppm.2024.61.14-26>
- Atkinson, R. K., Derry, S. J., Renkl, A., & Wortham, D. (2000). Learning from examples: Instructional principles from the worked examples research. *Review of Educational Research*, 70(2), 181–214. <https://doi.org/10.3102/00346543070002181>
- Bauhoff, V., Huff, M., & Schwan, S. (2012). Distance matters: Spatial contiguity effects as trade-off between gaze switches and memory load. *Applied Cognitive Psychology*, 26(5), 790-795.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.
- Chen, O., Retnowati, E., Chan, B. K. Y., & Kalyuga, S. (2023). The effect of worked examples on learning solution steps and knowledge transfer. *Educational Psychology*, 43(8), 914–928. <https://doi.org/10.1080/01443410.2023.2273762>
- Cui, L., Rebello, N. S., & Bennett, A. (2006). Transfer of learning from college calculus to physics courses. *Proceeding of the Annual Meeting of the National Association for research in Science Teaching*.
- De Koning, B. B., Rop, G., & Paas, F. (2020). Effects of spatial distance on the effectiveness of mental and physical integration strategies in learning from split-attention examples. *Computers in Human Behavior*, 110, Article 106379. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106379>
- Hardiess, G., Gillner, S., & Mallot, H. A. (2008). *Spatial representation and updating across saccadic eye movements in the human parietal cortex*. *NeuroImage*, 40(2), 956-968.
- Jalani, N. H., & Sern, L. C. (2015). The example-problem-based learning model: Applying cognitive load theory. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 872–880. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.366>
- Jiang, Z., Lasry, N., & Levin, D. M. (2018). *Expertise reversal effect in reading mathematics texts*. *Instructional Science*, 46(1), 1-21. <https://doi.org/10.1007/s11251-017-9421-3>

- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23-31. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_4
- Kalyuga, S. (2007). Expertise reversal effect and its implications for learner-tailored instruction. *Educational Psychology Review*, 19(4), 509-539. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9054-3>
- Kim, Y. R. (2013). Effects of worked examples on far transfer [University of North Carolina]. In *Foreign Affairs*. <https://doi.org/https://doi.org/10.17615/8td7-ta18>
- Mayer, R. E. (2002). *Rote Versus Meaningful Learning. Theory Into Practice*, 41(4), 226–232. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_4
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 31–48). chapter, Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning (2nd ed.)*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- Mayer, R. E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning (2nd ed., pp. 43-71)*. Cambridge University Press.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., & Van Gerven, P. W. M. (2010). Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory. *Educational Psychologist*, 38(1), 63–71. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_8
- Pouw, W., Rop, G., De Koning, B., & Paas, F. (2019). The cognitive basis for the split attention effect. *Journal of Experimental Psychology: General*, 148, 2058–2075. <https://doi.org/10.1037/xge0000578>
- Reed, S.K. (1999). *Word problems (research and curriculum reform)*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers
- Retnowati, E., Ayres, P., & Sweller, J. (2010). Worked example effects in individual and group work settings. *Educational Psychology*, 30(3), 349–367. <https://doi.org/10.1080/01443411003659960>
- Retnowati, E., Ayres, P., & Sweller, J. (2018). Collaborative learning effects when students have complete or incomplete knowledge. *Applied Cognitive Psychology*, 32(6), 681-692.
- Richter, T., & Scheiter, K. (2020). Integration of information in text comprehension: The importance of considering prior knowledge when designing multimedia learning environments. *Educational Psychology Review*, 32(3), 679-696. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09522-7>
- Shah, P., & Hoeffner, J. (2002). Review of graph comprehension research: Implications for instruction. *Educational Psychology Review*, 14(1), 47–69. <https://doi.org/10.1023/A:1013180410169>
- Sweller, J., & Chandler, P. (1994). *Why some material is difficult to learn. Cognition and Instruction*, 12(3), 185–233. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1203_1
- Sweller, J. (1988). *Cognitive load during problem solving: Effects on learning. Cognitive Science*, 12(2), 257-285
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer Science & Business Media.
- Tversky, B. (2001). *Spatial schemas in depictions. In M. Gattis (Ed.), Spatial schemas and abstract thought (pp. 79-111)*. MIT Press.

- Van Gog, T., Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (2004). *Process-oriented worked examples: Improving transfer performance through enhanced understanding*. *Instructional Science*, 32(1-2), 83-98
- Van Merriënboer, J. J., & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory in health professional education: design principles and strategies. *Medical education*, 44(1), 85–93. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03498.x>
- Ye, L., Su, H., Zhao, J. and Hang, Y. (2021), The Impact of Multimedia Effect on Art Learning: Eye Movement Evidence from Traditional Chinese Pattern Learning. *Int J Art Des Educ*, 40: 342-358. <https://doi.org/10.1111/jade.12347>