



SIGNALING REDUCE EXTRANEIOUS COGNITIVE LOAD FROM SPLIT ATTENTION EFFECTS

Irda Rafi'ah^{*}, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia
Endah Retnowati, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia
^{*}e-mail: 04irda11@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pengaruh signifikan antara pembelajaran menggunakan teknik *split-attention* dengan *signaling* dan *integrated* ditinjau dari kemampuan retensi, transfer dan *cognitive load*. Dalam materi teorema sudut yang digunakan memiliki karakteristik yang menyajikan gambar dan uraian, sehingga diperlukan *signaling* dalam membantu siswa dalam memahami materi. Jenis penelitian ini adalah eksperimen, dengan menggunakan *posttest-only control group design* yang melibatkan 64 siswa kelas VII pada salah satu SMP di Kabupaten Sleman tahun ajaran 2023/2024 dengan kategori *novice learners*. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah ANCOVA dengan taraf signifikansi 0,05 dan menggunakan nilai ulangan sebelumnya (materi sistem pertidaksamaan linier satu variabel) sebagai variabel kovariat. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa soal tes kemampuan retensi, kemampuan transfer, dan *self-rating scale* untuk mengetahui *cognitive load* siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan pengaruh signifikan antara pembelajaran menggunakan teknik *split-attention* dengan *signaling* dan *integrated* ditinjau dari kemampuan retensi, transfer dan *cognitive load*. Pembelajaran *worked example* dengan penyajian terpisah yang diberi *signaling* pada materi teorema sudut sama dengan *worked example* yang terintegrasi.

Kata kunci: *cognitive load theory, signaling, split attention, worked example*

Abstract. This study aims to determine the significant difference in influence between learning using the *split-attention* technique with *signaling* and *integrated* in terms of retention, transfer and *cognitive load*. In the theoretical material of the point of view used has the characteristics of presenting images and diagrams, so that signals are needed to help students understand the material. This type of research is an experiment using a *posttest-only control group design* involving 64 grade VII students at one of the junior high schools in Sleman Regency in the 2023/2024 academic year with the *novice learners* category. The data analysis technique used in this study was ANCOVA with a significance level of 0.05 and using the previous test score (one variable linear inequality system material) as a covariate variable. The instruments used in this study were in the form of test questions for retention ability, transfer ability, and a self-assessment scale to determine students' *cognitive load*. The results showed that there was no significant difference in influence between learning using the *split-attention* technique with *signaling* and *integrated* in terms of retention ability, transfer and *cognitive load*. *Worked example* learning with separate presentations that were given *signaling* on the same angle theory material as the *integrated worked example*.

Keywords: *cognitive load theory, signaling, split attention, worked example*

PENDAHULUAN

Pemecahan masalah merupakan kegiatan yang dilakukan siswa pada pembelajaran matematika. Kemampuan pemecahan masalah penting dikembangkan oleh siswa sebagai suatu proses dalam mengeksplorasi matematika untuk memahami dan mencapai tujuan belajar matematika (Anisa & Retnowati, 2024). Siswa yang memiliki pengetahuan sebelumnya (*prior knowledge*) cenderung lebih mudah menyelesaikan masalah, sedangkan siswa dengan pengetahuan awal terbatas akan kesulitan ketika dihadapkan pada masalah baru (Irwansyah & Retnowati, 2019). Pengetahuan mengenai bagaimana siswa dalam memecahkan masalah berhubungan dengan arsitektur kognitif atau sering disebut *cognitive load theory* (Pangesti & Retnowati, 2017).

Cognitive Load Theory (CLT) terdiri dari tiga jenis beban kognitif: *intrinsic*, *extraneous*, dan *germane* (Alpizar et al., 2020). Menurut Sweller (2010) menjelaskan bahwa beban kognitif *intrinsic* muncul karena kompleksitas materi pembelajaran dalam kaitannya dengan pengetahuan awal siswa tentang materi tersebut, beban kognitif *extraneous* disebabkan oleh faktor-faktor eksternal terhadap konten pembelajaran seperti desain instruksional yang buruk atau antarmuka lingkungan pembelajaran yang membingungkan dan beban kognitif *germane*, tidak bergantung pada desain materi pembelajaran dan berkaitan dengan bagaimana siswa mengalokasikan sumber daya memori kerja mereka untuk belajar. Pembelajaran yang efektif adalah pembelajaran yang memiliki *intrinsic cognitive load* yang tinggi dan meminimalkan *extraneous cognitive load* (Retnowati, 2008).

Dalam *Cognitive Load Theory* (CLT) menyatakan bahwa pembelajaran *worked example* atau pembelajaran dengan contoh kerja akan lebih baik daripada terlibat dalam pemecahan masalah karena beban kognitif yang berkurang (Chen et al., 2023). *Worked example* dirancang untuk siswa yang pengetahuan awalnya kurang, atau sering disebut *novice learners* (Santosa et al., 2022). Adanya langkah-langkah dalam setiap soal bertujuan untuk memudahkan siswa dalam mempelajari dan memahami cara mencari penyelesaian dari soal yang baru bagi siswa (Santosa et al., 2022).

Worked example yang efektif pada dasarnya memuat masalah disertai dengan solusi yang berhasil sehingga mudah dipahami (Retnowati & Fadlila, 2023). Contoh yang disajikan dalam *worked example* memiliki langkah-langkah pemecahan masalah yang terperinci: logaritma, penjelasan, dan jawaban akhir untuk mengurangi beban kognitif yang tidak relevan dan sebagai pengetahuan awal bagi siswa untuk memecahkan masalah lainnya (Irfani & Retnowati, 2022). Selain itu menurut Chen et al. (2023) *worked example* yang berhasil dengan materi yang memiliki *element interactivity* yang tinggi.

Element interactivity didefinisikan sebagai elemen yang harus diproses secara bersamaan dalam memori kerja karena mereka berhubungan secara logis (Sweller et al., 2011). Berdasarkan jumlah elemen interaktif yang diproses secara bersamaan dalam memori kerja, materi pembelajaran dapat berkisar dari rendah hingga tinggi dalam interaktivitas elemen. Menurut Ayers (2005) mengungkapkan bahwa materi yang interaktivitasnya rendah mudah dipelajari karena materi tersebut meminimalkan tuntutan memori kerja dan materi yang interaktivitasnya tinggi lebih kompleks dan memberikan beban yang lebih berat pada memori kerja. Tingkat interaktivitas elemen bukanlah pengukuran absolut tetapi relatif terhadap kompleksitas materi pembelajaran. Jika materi-materi memiliki interaktivitas elemen rendah, penggunaan metode pembelajaran *worked example* yang dikerjakan mungkin tidak efektif (Chen et al., 2019). Tingkat interaktivitas elemen merupakan pengukuran relatif terhadap kompleksitas materi pembelajaran (Chen et al., 2023). Kompleksitas materi dan jumlah elemen interaktivitas dapat memengaruhi beban kognitif intrinsik (Falah et al., 2022). *Intrinsic cognitive load* berkaitan dengan karakteristik materi.

Materi geometri terdiri dari aksioma, definisi, dan teorema sehingga perlu melakukan

pengembangan kemampuan berfikir logis dan sistematis (Pangesti & Retnowati, 2017). Dalam materi geometri diperlukan menampilkan gambar dan penjelasan berupa teks. Penyajian gambar dan teks dalam metode pembelajaran *worked example* dapat menghindari *split attention* (Tindall Ford et al., 2015). *Split attention* terjadi ketika penyajian materi *worked example* terdiri dari teks dan gambar yang terpisah secara spasial, tetapi saling merujuk (Zhang et al., 2023).

Untuk mencari elemen-elemen terkait yang terpisah dalam sumber informasi tekstual dan bergambar, sambil tetap menjaga informasi relevan tetap aktif dalam memori kerja siswa untuk menghubungkan informasi terkait secara mental dapat menyebabkan *extraneous cognitive load* (Pouw et al., 2019). Dalam menghindari *split attention effect* dapat menyajikan materi secara terintegrasi. Sumber belajar yang terintegrasi dapat mengurangi beban pada memori kerja dan *extraneous cognitive load*, karena sumber informasi dapat dibandingkan secara langsung secara visual (Cammeraat et al., 2020)

Menurut Albus et al. (2021) penyajian materi pembelajaran *worked example* yang baru bagi siswa dapat diberikan panduan perhatian untuk mendukung siswa menemukan informasi dengan prinsip pemberian sinyal. *Signaling* ditambahkan ke materi pembelajaran untuk mengarahkan perhatian siswa ke elemen-elemen penting dari materi tersebut (Alpizar et al., 2020). Salah satu tipe pensinyalan menurut Schneider et al. (2018) sinyal warna (misalnya, warna font dan bagian gambar). Memberi sinyal pada bagian materi pembelajaran yang relevan dapat mengurangi *extraneous cognitive load* (Albus et al., 2021).

Berdasarkan teori beban kognitif, *split attention* dapat meningkatkan *extraneous cognitive load*. Penelitian ini akan menguji apakah *split attention* dengan pemberian sinyal, sebagaimana ditemukan dalam penelitian sebelumnya, berpengaruh pada materi teorema sudut. Apakah prinsip pemberian sinyal dapat mengurangi *extraneous cognitive load* yang disebabkan oleh *split attention*.

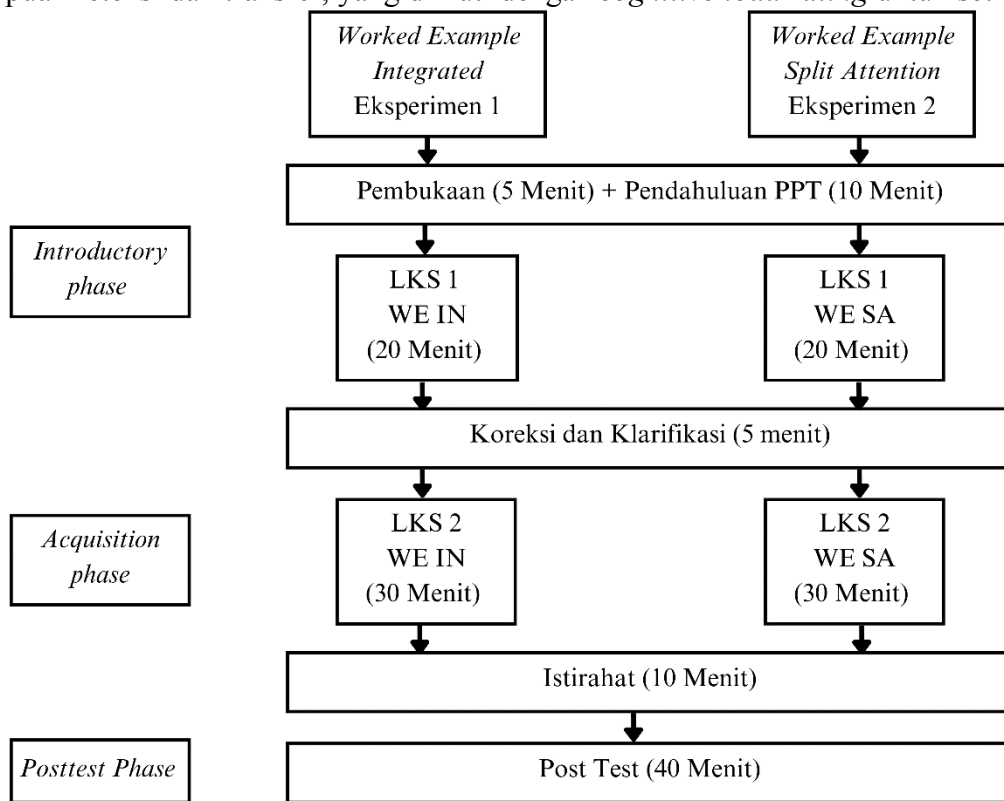
METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian *true eksperiment* dengan desain *posttest-only control group design*. Teknik yang digunakan adalah *convenience sampling*, terdapat 64 siswa kelas VII dari dua kelas reguler di sebuah sekolah menengah pertama di Kabupaten Sleman yang dapat berpartisipasi dalam penelitian. Semua siswa memiliki kondisi yang sama pada rentang usia 13 tahun, belajar menggunakan kurikulum merdeka berbasis nasional yang sama dan belum mempelajari materi teorema sudut (*novice learners*). Sebelum penelitian, dilakukan randomisasi untuk membentuk dua kelompok eksperimen, yaitu kelompok *worked example split-attention* dan *worked example integrated*.

Tahapan dalam penelitian ini melalui tiga tahapan yaitu (1) tahap persiapan; (2) tahap pelaksanaan; dan (3) tahap pelaporan penelitian. Tahap persiapan, kegiatan dimulai dengan membaca dan menganalisis literatur, menyusun perangkat pembelajaran dan menyusun *cognitive load rating*. Instrumen yang telah selesai kemudian divalidasi dan tes reliabilitas. Reliabilitas instrumen dihitung menggunakan rumus *Cronbach's Alpha* dan didapat nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,460 pada tes kemampuan retensi dan 0,671 pada instrumen tes kemampuan transfer adalah.

Terdapat tiga fase dalam pelaksanaan pembelajaran, yaitu fase pengenalan (*introductory*), fase (belajar) *acquisition*, dan fase (tes) *posttest*. *Introductory phase* (selama 35 menit), pembelajaran bertujuan untuk mengaktifkan pengetahuan awal siswa dengan memberikan materi prasyarat yang terkait dengan materi teorema sudut, sehingga siswa dapat mempelajari dan mengingat kembali materi yang sudah dipelajari sebelumnya. *Acquisition phase* (selama 20 menit), peneliti menyajikan pembelajaran menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKS) sesuai dengan kelompok eksperimen yang telah ditentukan yaitu kelompok *worked example split-attention* dan *worked example integrated*. Sedangkan *posttest phase* (selama 40

menit), peneliti mengukur sejauh mana siswa memahami materi dengan menggunakan tes kemampuan retensi dan transfer, yang diikuti dengan *cognitive load rating* untuk setiap soal.



Gambar 1. Skema Pembelajaran

Pada penelitian ini instrumen yang digunakan berupa instrumen tes dan non tes. Instrumen tes berupa tes uraian dari 3 soal tes kemampuan retensi dan 3 soal tes kemampuan transfer dengan siswa diminta menuliskan jawabannya langsung pada bagian yang tersedia. Peneliti menyusun kisi-kisi tes kemampuan retensi dan transfer untuk menyertakan antara isi materi pembelajaran dan isi materi yang diujikan sesuai dengan tabel 1. Sedangkan instrumen non tes (*self scale rating*) dari penelitian ini yaitu skala muatan kognitif dengan skala likert 9 poin.

Tabel 1. Indikator Soal Tes Retensi dan Transfer

No Soal	Indikator Soal	Jenis Soal
1.	Disajikan gambar sudut, siswa diminta menentukan sudut yang belum diketahui dengan menggunakan teorema sudut sehadap, sepihak, dan satu putaran.	Retensi
2.	Disajikan gambar sudut, siswa diminta menentukan sudut yang belum diketahui dengan menggunakan teorema sudut berpelurus, bertolak belakang, dan sudut dalam segiempat.	Retensi
3.	Disajikan gambar sudut, siswa diminta menentukan sudut yang belum diketahui dengan menggunakan teorema sudut sepihak dan sehadap.	Retensi
4.	Disajikan gambar sudut, siswa diminta menentukan sudut yang belum diketahui dengan menggunakan teorema sudut sehadap dan nilai x dengan penyelesaian aljabar.	Transfer
5.	Disajikan gambar sudut, siswa diminta menentukan sudut yang belum diketahui dengan menggunakan teorema sudut sepihak, berpelurus, dan nilai x dengan penyelesaian aljabar.	Transfer

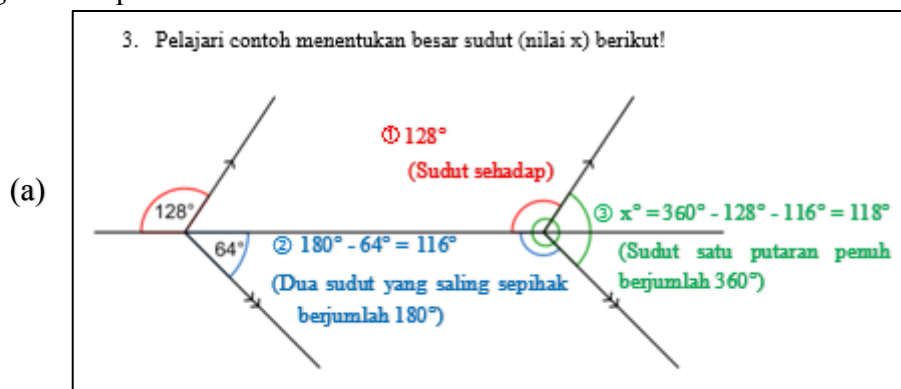
6. Disajikan gambar sudut, siswa diminta menentukan sudut yang belum diketahui dengan menggunakan teorema sudut dalam Transfer segitiga dan nilai x dengan penyelesaian aljabar.

Teknik analisis data yang digunakan adalah uji ANCOVA (*Analysis of Covariance*) (Jamieson, 2004). Variabel kovariat yang digunakan pada penelitian ini adalah nilai ulangan pada materi pembelajaran sebelumnya. Hipotesis penelitian ini adalah: (1) terdapat pengaruh *split-attention* pada pembelajaran teorema sudut berbasis *worked example* terhadap kemampuan retensi; (2) terdapat pengaruh *split-attention* pada pembelajaran teorema sudut berbasis *worked example* terhadap kemampuan transfer; (3) terdapat pengaruh *split-attention* pada pembelajaran teorema sudut berbasis *worked example* terhadap *cognitive load*. Sebelum uji hipotesis ANCOVA (*Analysis of Covariance*) dengan taraf signifikansi 0,05, peneliti melakukan uji prasyarat sehingga diperoleh bahwa data berdistribusi normal (*uji Kolmogorov-smirnov*), memiliki variansi yang homogen (*uji Levene's test*), tidak terdapat interaksi antara variabel kovariat dan variabel bebas yang mempengaruhi variabel terikat (*uji Homogeneity of Regression Slopes*) dan terdapat hubungan linear antara variabel kovariat dengan variabel dependen (*uji F*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini berfokus pada pengujian pengaruh *signaling* dalam pembelajaran *worked example* disajikan dengan teknik *split-attention* yang dirancang melalui tahapan sistematis. Setelah instrumen pembelajaran terbentuk, kemudian dilakukan validasi. Perbedaan desain *worked example* dengan menerapkan teknik *integrated* dan *split-attention* serta memberikan *signaling* terlihat pada Gambar 2.



3. Pelajari contoh menentukan besar sudut (nilai x) berikut!

(b)

Solusi:

- ① 128° (Sudut sehadap)
- ② $180^\circ - 64^\circ = 116^\circ$ (Dua sudut yang saling sepihak berjumlah 180°)
- ③ $x^\circ = 360^\circ - 128^\circ - 116^\circ = 118^\circ$ (Sudut satu putaran penuh berjumlah 360°)

Gambar 2. Contoh Soal pada Lembar Kerja Siswa 2 (a) *integrated* dan (b) *split-attention*

Data yang diolah pada penelitian ini merupakan data posttest kemampuan retensi, kemampuan transfer dan dari *self-rating scale of difficulty* selama posttest. Contoh soal pada tes kemampuan retensi ditunjukkan pada Gambar 3 dan soal pada tes kemampuan retensi ditunjukkan pada Gambar 3 yang juga memuat *self-rating scale of difficulty*.

1. Temukan besar sudut (nilai x) dan berikan alasan pada setiap langkahnya!

(a)

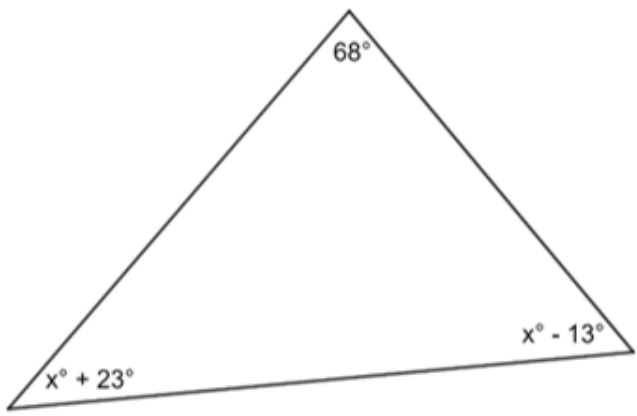
Seberapa mudah atau sulit mengerjakan soal diatas? Lingkarilah salah satu nomor dibawah ini

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Sangat-sangat mudah Sangat-sangat sulit

(b)

6. Temukan besar nilai x dan berikan alasan pada setiap langkahnya!



Seberapa mudah atau sulit mengerjakan soal diatas? Lingkarilah salah satu nomor dibawah ini

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Sangat-sangat mudah Sangat-sangat sulit

Gambar 3. Soal (a) Tes Retensi dan (b) Tes Transfer

Sebelum melakukan uji hipotesis dilaksanakan uji prasyarat. Pada uji normalitas diperoleh nilai $p > 0,05$, sehingga data skor retensi dan *cognitive load* berdistribusi normal. Hasil uji homogenitas variansi pada data skor retensi dan *cognitive load* tidak terdapat interaksi antara variabel kovariat dan variabel bebas menunjukkan bahwa nilai $p > 0,05$, data yang digunakan bersifat homogen. Untuk data skor transfer memiliki nilai $p < 0,05$, sehingga tidak memenuhi uji asumsi normalitas dan homogenitas variansi. Akan tetapi, uji ANCOVA tetap dapat dilanjutkan karena ANCOVA bersifat robust dengan data yang digunakan dalam penelitian berukuran ≥ 30 (Field, 2009, p. 418). Kemudian dalam uji *Homogeneity of Regression Slopes*, diperoleh nilai $p > 0,05$ sehingga homogenitas koefisien regresi terpenuhi. Pada uji linearitas, terdapat hubungan linear antara variabel kovariat (nilai ulangan sebelumnya) dengan variabel dependen (kemampuan retensi, transfer, dan *cognitive load*).

Tabel 2. Hasil Analisis Deskriptif Data Post Test

Data	Retensi		Transfer		Cognitive Load		N
	Mean	Std. Dev	Mean	Std. Dev	Mean	Std. Dev	
<i>Worked Example Integrated</i>	5,375	2,012	4,250	3,080	6,568	2,178	32
<i>Worked Example Split-attention</i>	5,750	1,832	3,469	1,918	5,474	2,071	32

Tabel 3. Hasil Pengujian Hipotesis

Data	F	p	MSE	η_p^2
Kemampuan Retensi	0,133	0,717	0,401	0,002
Kemampuan Transfer	3,018	0,087	16,991	0,047
<i>Cognitive Load</i>	3,287	0,075	14,092	0,051

Hasil uji ANCOVA untuk ketiga hipotesis yang disajikan pada tabel 3 menunjukkan bahwa kemampuan retensi ($p = 0,717 > 0,05$), kemampuan transfer ($p = 0,087 > 0,05$), dan *cognitive load* ($p = 0,075 > 0,05$) artinya tidak ada perbedaan pengaruh yang signifikan penggunaan *split-attention* berbasis *worked example* ditinjau dari kemampuan retensi, transfer,

dan *cognitive load*.

Pembahasan

Pengaruh *split-attention* berbasis *worked example* diukur dengan membandingkan nilai posttest hasil pembelajaran *worked example* secara *integrated*. Hasil analisis data hipotesis menggunakan uji ANCOVA, menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan pengaruh *split-attention* berbasis *worked example* terhadap kemampuan retensi siswa. Dilihat dari rata-rata skor tes kemampuan retensi, rata-rata siswa kelompok *worked example with split-attention* ($\bar{x} = 5,750$; $Sd = 1,832$) lebih tinggi dari kelompok *worked example with integrated* ($\bar{x} = 5,375$; $Sd = 2,012$). Pada penelitian ini *split-attention* effect tidak terjadi karena materi yang disajikan kurang kompleks (Pouw et al., 2019). Kompleksitas materi teorema sudut bergantung pada penyajian teorema dalam soal, di mana pada penelitian ini untuk siswa SMP menyajikan dua atau tiga teorema yang terkait agar tidak menyebabkan beban kognitif berlebihan. Sehingga pengaruh *split-attention* tidak muncul ketika jumlah elemen atau teorema yang disajikan dalam pemecahan masalah kurang dari lima (Kirschner et al., 2006).

Penelitian ini mendukung penelitian Cammeraat et al. (2020) bahwa pemberian *signaling* dapat mengurangi efek negatif *split-attention* dan meningkatkan kinerja retensi siswa. *Signaling* dalam LKS format terpisah lebih efektif dalam membantu siswa mengingat dibandingkan format terintegrasi. Selain itu, menurut Pouw et al. (2019) jarak spasial yang cukup besar antara dua sumber informasi juga dapat mempengaruhi hasil pembelajaran, dengan format terintegrasi sering menyebabkan kesulitan dalam memahami gambar dan teks yang terlalu dekat.

Sedangkan dalam uji hipotesis kedua menggunakan uji ANCOVA, menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan pengaruh *split-attention* berbasis *worked example* terhadap kemampuan transfer siswa. Akan tetapi ditinjau dari rata-rata skor tes kemampuan transfer, rata-rata siswa kelompok *worked example with integrated* ($\bar{x} = 4,250$; $Sd = 3,080$) lebih tinggi dari kelompok *worked example with split-attention* ($\bar{x} = 3,469$; $Sd = 1,918$). Hasil ini didukung oleh penelitian Roodenrys et al. (2012) serta Johnson & Mayer (2012) yang mengungkapkan bahwa kemampuan transfer siswa pada kelompok *worked example* terintegrasi lebih baik dibandingkan dengan kelompok *worked example* yang tersaji dengan format terpisah.

Hipotesis ketiga yang telah di uji menggunakan ANCOVA, menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan pengaruh *split-attention* berbasis *worked example* terhadap *cognitive load*. Hasil *self rating scale* tes kemampuan retensi dan transfer menunjukkan bahwa kelompok *worked example with split-attention* ($\bar{x} = 5,474$; $Sd = 2,071$) lebih baik dari kelompok *worked example with integrated* ($\bar{x} = 6,568$; $Sd = 2,178$). Tugas tambahan mengintegrasikan teks dengan gambar pada *worked example split-attention* tidak berdampak buruk pada pembelajaran. Materi yang dapat diproses secara terpisah tanpa memperhatikan elemen lain tidak menimbulkan beban kognitif yang signifikan (Koning et al., 2020). Namun, jika dua informasi yang dapat dipahami secara terpisah disajikan bersama, ini dapat membebani pemrosesan kognitif dan mengganggu pemahaman. Dalam penelitian ini, siswa lebih mudah memahami materi dengan *split-attention* dibandingkan dengan materi terintegrasi, karena desain pembelajaran terintegrasi dapat menyebabkan *redundancy effect* (Kalyuga & Sweller, 2014), yang menambah beban kognitif siswa.

SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa tidak ada perbedaan pengaruh signifikan antara pembelajaran menggunakan teknik *split-attention* dengan *signaling* dan *integrated* ditinjau dari kemampuan retensi, transfer dan *cognitive load*. Penelitian ini menyimpulkan bahwa apabila materi teorema sudut memiliki kompleksitas yang rendah, guru dapat memilih menggunakan *worked example* dengan format gambar dan teks yang terintegrasi. Selain itu, untuk

meminimalkan *split-attention effect*, dapat menambah *signaling* pada lembar belajar siswa. Berdasarkan desain pembelajaran dalam penelitian ini, penelitian selanjutnya dapat menyelidiki apabila materi teorema sudut yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Albus, P., Vogt, A., & Seufert, T. (2021). Signaling in virtual reality influences learning outcome and Cognitive Load. *Computers & Education*, 166, 1-16. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104154>
- Alpizar, D., Adesope, . O., & Wong, R. M. (2020). A meta-analysis of signaling principle in multimedia learning environments. *Education Tech Research Dev*, 68, 2095–2119. doi:<https://doi.org/10.1007/s11423-020-09748-7>
- Anisa, R., & Retnowati, E. (2024). Pengaruh metode integrated worked example terhadap kemampuan pemecahan masalah dan cognitive load. *Jurnal Pengembangan Pembelajaran Matematika*, 6(1), 14-26. doi:<https://doi.org/10.14421/jppm.2024.61>
- Cammeraat, S., Rop, G., & Koning, B. B. (2020). The Influence of Spatial Distance and Signaling on the Split-Attention Effect. *Computers in Human Behavior*, 105, 1–10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.106203>
- Chen, O., Retnowati, E., & Kalyuga, S. (2019). Effects of Worked Examples on Step Performance in Solving Complex Problems. *Educational Psychology*, 39(2), 188-202. doi:<https://doi.org/10.1080/01443410.2018.1515891>
- Chen, O., Retnowati, E., Chan, B. K., & Kalyuga, S. (2023). The effect of worked examples on learning solution steps and knowledge transfer. *Educational Psychology*, 43(8), 914-928. doi:<https://doi.org/10.1080/01443410.2023.2273762>
- Field, A. (2009). *DISCOVERING STATISTICS USING SPSS (3rd Ed)*. London: SAGE Publication Ltd.
- Irfani, N., & Retnowati, E. (2022). Designs of Worked Example to Facilitate Retention and Transfer Capability in Derivatives of Algebraic Functions. *Proceedings of the 6th National Conference on Mathematics and Mathematics Education*, 2577(1), 1-7. doi:<https://doi.org/10.1063/5.0096151>
- Irwansyah, M. F., & Retnowati, E. (2019). Efektivitas worked example dengan strategi pengelompokan siswa ditinjau dari kemampuan pemecahan masalah dan cognitive load. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 6(1), 62-74. doi:<https://doi.org/10.21831/jrpm.v6i1.21452>
- Jamieson, J. (2004). Analysis of covariance (ANCOVA) with difference scores. *International Journal of Psychophysiology*, 52, 277–283. doi:10.1016/j.ijpsycho.2003.12.009
- Johnson, C. I., & Mayer, R. E. (2012). An Eye Movement Analysis of the Spatial Contiguity Effect in Multimedia Learning. *Journal of Experimental Psychology*, 18(2), 178–19. doi:10.1037/a0026923
- Kalyuga, S., & Sweller, J. (2014). The Redundancy Principle in Multimedia Learning. Dalam .. M. Richard E, *The Cambridge handbook of multimedia learning* (hal. 247–262). Cambridge: Cambridge University Press. doi:<https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.013>
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86. doi:https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- 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, 1–8.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106379>
- Mautone, P. D., & Mayer, R. E. (2001). Signaling as a Cognitive Guide in Multimedia Learning. *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 377-389. doi:10.1037//O022-0663.93.2.377
- Pangesti, F. T., & Retnowati, E. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Geometri SMP Berbasis Cognitive Load Theory Berorientasi pada Prestasi Belajar Siswa. *PYTHAGORAS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 33-46.
doi:<http://dx.doi.org/10.21831/pg.v12i1.14055>
- Pouw, W. T., Rop, G., Koning, B. d., & Paas, F. (2019). The Cognitive Basis for the Split-Attention Effect. *Journal Of Experimental Psychology-general.*, 148(11), 2058-2075.
- Retnowati, E. (2008). Keterbatasan memori dan implikasinya dalam mendesain metode pembelajaran matematika. *Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika*.
- Retnowati, E., & Fadlila, N. (2023). The Compound Area of Quadrilaterals and Triangles : A Worked Example Based Learning Design. *JTAM (Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika)*, 7(1), 150-159. doi:<https://doi.org/10.31764/jtam.v7i1.11678>
- Roodenrys, K., Agostinho, S., Roodenrys, S., & Chandler, P. (2012). Managing One's Own Cognitive Load when Evidence of Split Attention is Present. *Applied Cognitive Psychology*, 26(6), 878–886. doi:10.1002/acp.2889
- Santosa, C. A., Rafianti, I., & Yulistiany, D. (2022). Worked-Example Method on Mathematical Problem-Solving Ability in term of Students' Initial Ability. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 13(2), 210-220.
doi:<https://doi.org/10.15294/kreano.v13i2.33301>
- Schneider, S., Beege, M., Nebel, S., & Rey, G. D. (2018). A meta-analysis of how signaling affects learning with media. *Educational Research Revi*, 23, 1–24.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.11.001>
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational psychology review*, 22, 123-138. doi:<https://doi.org/10.1007/s10648-010-9128-5>
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. London: Springer.
doi:10.1007/978-1-4419-8126-4
- Tindall Ford, S., Agostinho, S., Bokosmaty, S., Paas, F., & Chandler, a. P. (2015). Computer-based learning of geometry from integrated and split attention worked examples: the power of self-management. *Educational Technology & Society*, 18(4), 89–99.
- Zhang, S., Koninga, B. B., & Paas, F. (2023). Finger pointing to support learning from split-attention examples. *EDUCATIONAL PSYCHOLOGY*, 43(2-3), 207-227.
doi:<https://doi.org/10.1080/01443410.2023.2193696>