



## APAKAH PEMBELAJARAN DIFERENSIASI MENGAKIBATKAN *COGNITIVE LOAD* TINGGI?

Rosita Nurul Aini\*<sup>1</sup> , Endah Retnowati<sup>2</sup> 

\*Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Yogyakarta, Jl. Colombo, 55281, Indonesia

Email: [rositanurul.2019@student.uny.ac.id](mailto:rositanurul.2019@student.uny.ac.id)

\* Corresponding Author

Received: 30-06-2023

Revised: 21-08-2023

Accepted: 31-08-2023

### ABSTRAK

*Cognitive load theory* menjelaskan pentingnya analisis kemampuan awal siswa dalam desain pembelajaran karena perbedaan kemampuan awal mengindikasikan perbedaan tingkat *cognitive load* yang dialami selama kegiatan pemecahan masalah. Adanya diferensiasi metode pembelajaran diduga lebih efektif sebagai pendekatan pembelajaran berdasarkan divergenitas tingkat kemampuan awal siswa. Penelitian ini bertujuan untuk menguji apakah terdapat perbedaan efektivitas pembelajaran statistika dengan metode diferensiasi dan pembelajaran non-diferensiasi ditinjau dari kemampuan pemecahan masalah dan *cognitive load* siswa. Metode diferensiasi yang dikembangkan adalah dengan memberikan metode pembelajaran sesuai kategori tingkat kemampuan awal, yaitu jika rendah (metode *worked example*), sedang (metode *faded example*), dan tinggi (metode *problem solving block*). Penelitian *quasi experiment* dengan desain penelitian *posttest only grup design* ini melibatkan 60 siswa (*novice*) kelas VIII SMP dalam pembelajaran statistika berorientasi kemampuan pemecahan masalah. Menggunakan uji ANCOVA dengan nilai *pretest* sebagai variabel kovariat diperoleh bahwa pembelajaran diferensiasi sama efektifnya dengan pembelajaran non-diferensiasi ditinjau dari pencapaian kemampuan pemecahan masalah. Namun, pembelajaran diferensiasi dapat menurunkan *cognitive load* siswa selama kegiatan pembelajaran.

**Kata Kunci:** *cognitive load*, kemampuan pemecahan masalah, pembelajaran diferensiasi, statistika

### ABSTRACT

Cognitive load theory explains the importance of analyzing students' prior knowledge in learning design because differences in prior knowledge indicate different levels of cognitive load experienced during problem solving activities. The existence of differentiation of learning methods is thought to be more effective as a learning approach based on the divergence of students' prior knowledge levels. This study aimed to test whether there are differences in the effectiveness of learning statistics with the differentiation learning methods and non-differentiation learning in terms of problem solving abilities and students' cognitive load. The differentiation method developed is to provide learning methods according to the prior knowledge level category, if prior knowledge is low (*worked example method*), medium (*faded example method*), and high (*problem solving block method*). This quasi-experimental study with a *posttest only research group design* involved 60 students (*novices*) of class VIII SMP in learning statistics oriented to problem solving abilities. Using the ANCOVA test with the *pretest* value as the covariate variable, it is found that differentiation learning is as effective as non-differentiation learning in terms of problem solving ability achievement. However, differentiation learning can reduce students' cognitive load during learning activities.

**Keywords:** differentiated instruction, *cognitive load*, problem solving ability, statistics

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



### How to cite

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>

## PENDAHULUAN

Salah satu tujuan akhir pembelajaran matematika menurut NCTM (2000) adalah mampu memecahkan masalah. Hal ini diperkuat dengan pendapat Widjajanti (2009) bahwa kemampuan pemecahan masalah merupakan tujuan pembelajaran matematika di seluruh jenjang sekolah. Artinya, kemampuan pemecahan masalah merupakan hal yang penting dikuasai siswa. Diperlukan desain pembelajaran yang dapat memfasilitasi siswa agar memiliki kemampuan pemecahan masalah. Lebih khususnya mengenai bagaimana guru memberikan rangsangan yang bisa memusatkan perhatian dan mental usaha siswa sehingga dapat menguasai keterampilan yang dibutuhkan siswa sebagai luarannya, dalam hal ini adalah kemampuan pemecahan masalah (Putrawangsa, 2018).

*Cognitive load theory* adalah sebuah teori untuk menghasilkan desain pembelajaran yang mendasar pada arsitektur kognitif manusia (Sweller, Ayres, & Kalyuga, 2011). Tiga sumber *cognitive load* (muatan kognitif) dalam dalam *cognitive load theory* yang dialami *working memory* yaitu : (1) *intrinsic cognitive load*; (2) *extraneous cognitive load* dan (3) *germane cognitive load* (Paas, Renkl, & Sweller, 2004). Rohman & Retnowati (2018) menjelaskan bahwa *intrinsic cognitive load* disebabkan oleh tingkat kerumitan atau kompleksitas materi yang diajarkan. *Extraneous cognitive load* disebabkan oleh prosedur atau teknik penyajian materi yang kurang sesuai dengan kegiatan pembelajaran, sehingga tidak berkontribusi pada pembentukan skema pengetahuan. *Germane cognitive load* disebabkan oleh banyaknya muatan (mental) yang dikeluarkan seseorang ke dalam proses pembentukan skema atau ketika pembelajaran berlangsung. Pangesti & Retnowati (2017) juga menyatakan bahwa prinsip-prinsip *cognitive load theory* adalah mengurangi *extraneous cognitive load* dan mengelola *intrinsic cognitive load*.

*Cognitive load theory* berfokus menghasilkan desain pembelajaran yang dapat memfasilitasi siswa untuk dapat menerapkan pengetahuannya dalam penyelesaian masalah (Sweller, 1994). Komariah (2011) menjelaskan bahwa salah satu metode pembelajaran yang disarankan adalah *problem solving* karena dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Namun *Problem solving* tidak selalu efektif untuk semua siswa (Chen, Kalyuga & Sweller, 2015). *Problem solving* kurang baik untuk siswa *novice* dan mereka lebih mementingkan adanya contoh kerja (*worked example*) (Trafton & Reiser, 1993). Siswa yang tidak memiliki basis pengetahuan yang cukup akan mengalami kesulitan untuk menemukan pengetahuan baru (Kalyuga & Renkl, 2010). Oleh karena itu, siswa *novice* membutuhkan pendampingan untuk membangun basis pengetahuan yang relevan agar dapat diterapkan dalam pemecahan masalah (Retnowati & Marissa, 2018).

Strategi pembelajaran berbasis pemecahan masalah yang dinilai efektif untuk meminimalkan muatan kognitif siswa adalah *worked example* (Irwansyah & Retnowati, 2019). Sebenarnya strategi *worked example* juga merupakan strategi *problem solving* (Renkl & Atkinson, 2003). Berdasarkan teori *expertise reversal effect* pada *cognitive load theory*, siswa dengan *prior knowledge* tinggi (*expert*) apabila disajikan contoh penyelesaian masalah, mereka akan mengalami *redundancy effect* (Sweller et al., 2011). *Redundancy effect* adalah informasi yang diberikan secara bersamaan namun tidak saling melengkapi, justru terkesan berlebihan (Mayer, 2009).

Keefektifan suatu strategi pembelajaran bergantung pada tingkat kemampuan awal siswa (Sweller, Ayres, Kalyuga, & Chandler, 2003). *Faded example* merupakan metode pembelajaran yang dipertimbangkan dapat memfasilitasi siswa dengan *prior knowledge* sedang, artinya sudah memiliki kemampuan awal namun belum cukup kuat (Pambayun & Retnowati, 2018). Oktaviani (2020) menjelaskan bahwa pada metode *faded example* siswa diberi latihan soal dengan penyelesaian rumpang sehingga siswa harus mengisi bagian rumpang yang bertahap hingga siswa mahir menyelesaikan masalah tersebut.

Parson et al., (2018) menyatakan bahwa penyesuaian pembelajaran pada siswa merupakan instruksi yang efektif. Sebuah pengajaran yang memperhatikan perbedaan individu dari siswa dikenal dengan istilah *differentiated instruction* atau pembelajaran berdiferensiasi (Mariati et al., 2021). Pembelajaran berdiferensiasi adalah proses belajar mengajar dimana siswa diakomodasi dengan pilihan pembelajaran yang didasarkan pada tingkat kesiapan, minat, dan preferensi belajar siswa (Tomlinson & Moon, 2013). Ada tiga aspek yang perlu diperhatikan dalam pembelajaran diferensiasi yaitu aspek konten (apa yang akan dipelajari di kelas), proses (cara siswa mendapatkan ilmu), dan produk (luaran dari pembelajaran) (Tomlinson, 2017).

Statistika merupakan salah satu materi yang dibelajarkan pada siswa Kelas VIII pada kurikulum 2013. Materi statistika merupakan materi dengan *intrinsic cognitive load* yang tinggi dimana didalamnya terdapat materi yang kompleks dan mengandung *multistep problem*. Materi ini dikatakan kompleks karena memiliki *element interactivity* yang kuat dimana siswa harus mengerti cara membaca data, menentukan jenis data dan penggunaan strategi untuk memecahkan masalah. *Multistep problem* merupakan masalah yang dapat diselesaikan dengan menggabungkan elemen operasi atau skema yang pernah diketahui sebelumnya (Reed, 1999).

Mean, median, dan modus termasuk dalam jenis rata-rata tertentu yang disebut sebagai ukuran pemusatan data (de Walle et al., 2011). Siswa pada sekolah menengah selanjutnya belajar mengenai analisis data yaitu tentang ukuran pemusatan data (*mean*, median, dan modus) dan bagaimana penerapannya (NCTM, 2000). Nilai rata-rata dapat dihitung dengan membagi jumlah data dengan banyaknya data. Median merupakan nilai tengah dari suatu data terurut. Modus merupakan nilai yang frekuensi kemunculannya paling sering dalam data.

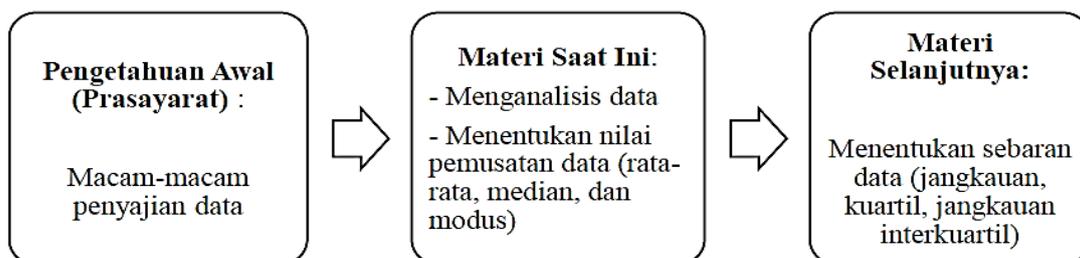
Pembelajaran diferensiasi yaitu dengan diferensiasi proses berbasis *cognitive load theory* diduga dapat menyelesaikan masalah yang ada. Desain pembelajaran yang digunakan adalah dengan menerapkan metode *problem solving* kepada siswa dengan kategori *expert*, metode *faded example* untuk siswa dengan kategori *middle*, dan metode *worked example* untuk siswa dengan kategori *novice*. Sejauh ini, masih belum ditemukan penelitian mengenai pembelajaran diferensiasi dengan diferensiasi proses berbasis *cognitive load theory* sehingga perlu diuji untuk mengetahui perbedaan efektivitas antara pembelajaran statistika dengan pendekatan

diferensiasi maupun pembelajaran non-diferensiasi ditinjau dari kemampuan pemecahan masalah dan *cognitive load* siswa. Penelitian relevan yang menjadi rujukan adalah penelitian dari Muryanto (2022) yang menyatakan bahwa metode *problem solving* efektif untuk siswa *expert*, sedangkan metode *worked example* efektif untuk siswa *novice*.

## METODE

Jenis penelitian ini adalah *quasi experiment* dengan desain penelitian *posttest only grup design*. Populasi dalam penelitian ini merupakan siswa kelas VIII yang mempelajari materi statistika dengan kurikulum nasional. Menggunakan pendekatan *convenience sampling*, partisipan dalam penelitian ini sebanyak 64 siswa kelas VIII di salah satu SMP di Kabupaten Bantul. Namun karena terdapat partisipan yang tidak mengikuti seluruh prosedur penelitian, maka dilakukan reduksi sehingga terdapat 60 partisipan ( $L = 22$ ;  $P = 38$ ) dari dua kelas berbeda. Penelitian ini menggunakan 2 kelas yaitu kelas eksperimen (30 partisipan,  $L = 12$ ;  $P = 18$ ) yang akan diberikan pembelajaran dengan pendekatan diferensiasi (*problem solving* untuk siswa kategori *expert*, *faded example* untuk siswa kategori *middle*, dan *worked example* untuk siswa kategori *novice*) dan kelas kontrol (30 partisipan,  $L = 10$ ;  $P = 20$ ) sebagai kelas non-diferensiasi yang diberikan metode *problem solving*. Eksperimen dilaksanakan mengikuti penjadwalan dari sekolah rujukan dan dua kelas dengan infrastruktur, metode belajar, guru, dan sumber belajar yang sama.

Penelitian ini melalui tiga tahap dalam penyusunan desain pembelajaran secara sistematis yang mengacu pada metode ADD (*Analyze, Design, and Development*) (Dick, Carey, & Carey). Pada tahap *analyze*, akan dilakukan analisis karakteristik siswa, analisis kurikulum untuk menentukan tujuan pembelajaran, kompetensi dasar, indikator, dan materi beserta tingkat kesulitannya (Retnowati & Fadlila, 2023). Materi statistika sub topik ukuran pemusatan data (*mean*, median dan modus) dipilih karena memuat *intrinsic cognitive load* yang tinggi. Hal ini dikarenakan struktur materi yang cenderung kompleks dimana siswa harus memproses banyak hal dalam satu waktu dan mengintegrasikan pada soal yang disajikan. Sebagai contoh, untuk mencari nilai rata-rata suatu data, siswa terlebih dahulu mengidentifikasi data yang disajikan, apakah merupakan data dengan frekuensi tunggal atau tidak, kemudian membaca data untuk diidentifikasi jumlah data dan banyaknya data, setelah itu siswa baru bisa mengaplikasikan rumus yang digunakan. Berdasarkan hasil analisis, ditentukan tujuan pembelajaran dan skema pencapaian kompetensi pada materi statistika yang berorientasi pada pemecahan masalah (Gambar 1).

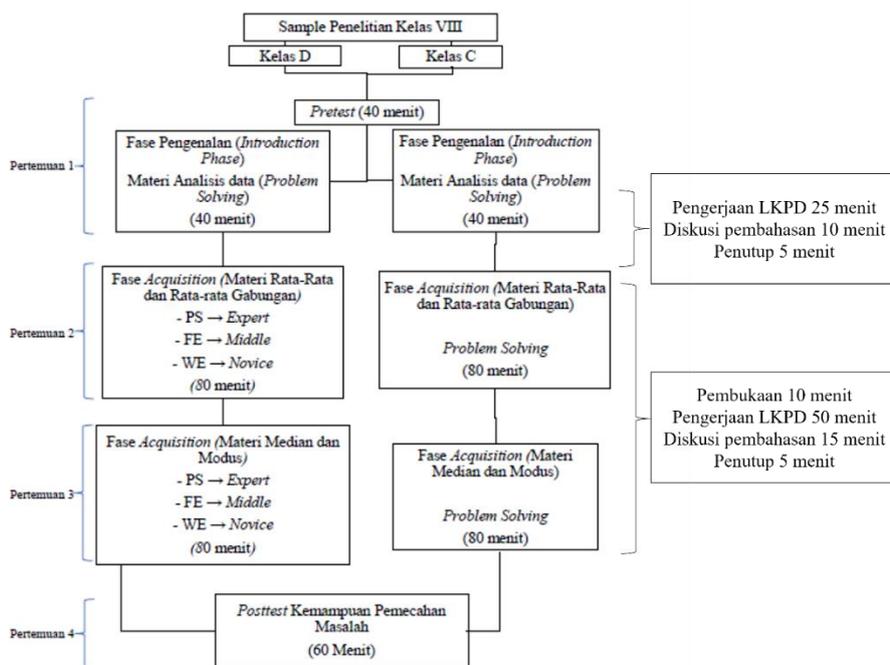


Gambar 1. Skema Pencapaian Kompetensi

Desain instrumen disusun berdasarkan prinsip hasil penelitian sebelumnya. Muatan kognitif siswa dapat diminimalisir dari penyusunan LKPD yang memperhatikan unsur pada *cognitive load theory* yaitu unsur *intrinsic cognitive load* dan unsur *extraneous cognitive load*. Unsur *intrinsic cognitive load* dipenuhi dengan menyusun pembelajaran dengan disesuaikan dengan kurikulum dan kompetensi dasar yang digunakan sebagai acuan, menyusun materi dengan menggunakan simbol yang sesuai, dan menyajikan materi sesuai dengan *prior knowledge* siswa. Unsur berikutnya yaitu unsur *extraneous cognitive load* akan dikurangi dengan menghindari adanya *split attention*, *redundancy effect*, *incoherence effect*, *signaling*, dan menghindari kesalahan penulisan.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi soal *pretest*, soal *posttest* kemampuan pemecahan masalah, LKPD (sebagai bahan ajar yang diinstrumenkan) dan *self-rating scale of difficulty*. Pada tahap develop, instrumen dikembangkan kemudian diuji validitas dan reliabilitasnya. Validasi instrumen dilakukan oleh dosen ahli dan guru praktisi di sekolah. Reliabilitas yang dihasilkan sebesar 0,754 dengan kategori tinggi menurut skala kategori reabilitas Arikunto (2010). Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan uji ANCOVA dengan nilai *pretest* sebagai variabel kovariat. Sebelum melakukan uji ANCOVA dilakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas, uji homogenitas, dan uji linearitas. Uji normalitas dilakukan menggunakan uji *one sample Kolmogorov-Smirnov* sedangkan uji homogenitas menggunakan uji *Levene's*.

Tahap selanjutnya merupakan tahap implementasi atau pelaksanaan penelitian. Penelitian ini dilakukan sebanyak 4 pertemuan, dengan rincian pada [Gambar 2](#).



Gambar 2. Bagan Prosedur Pelaksanaan Penelitian

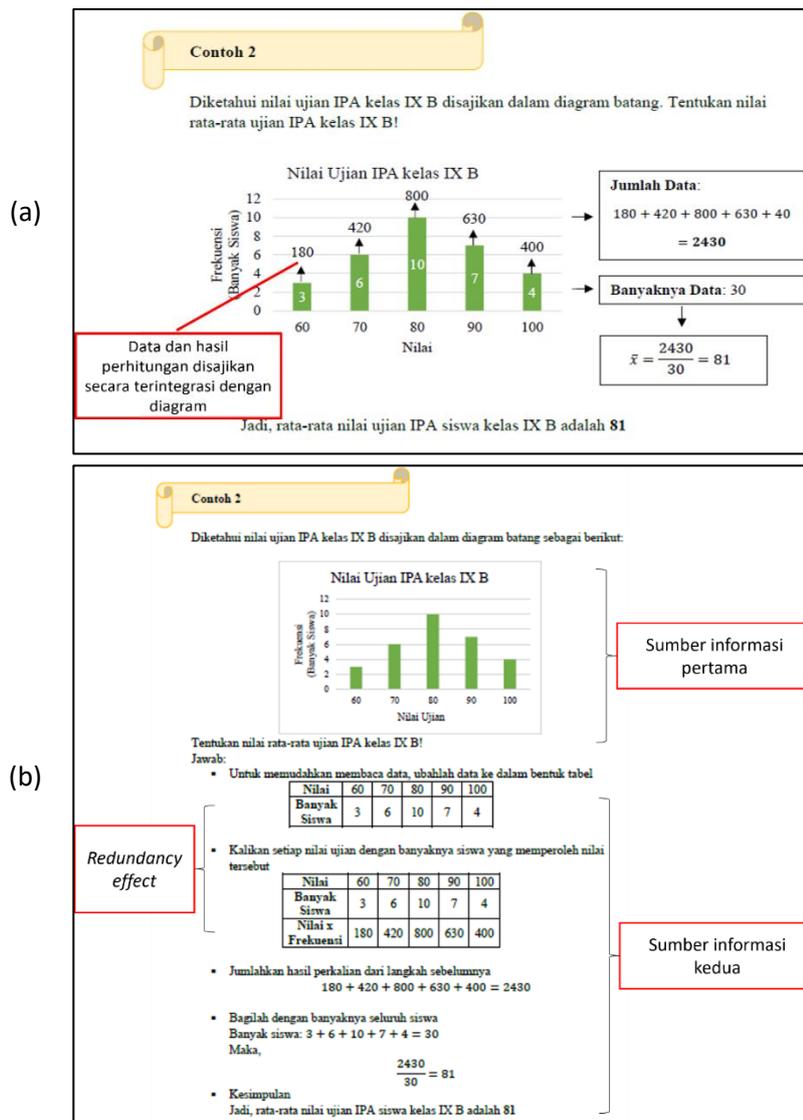
Penelitian ini diawali dengan pemberian *pretest* lalu siswa di kelas eksperimen dikelompokkan menjadi 3 kategori berdasarkan nilai *pretest*. Kategori pertama adalah siswa *novice* (*prior knowledge* rendah) sebanyak 10 siswa. Kategori kedua merupakan siswa *middle* (siswa dengan

prior knowledge sedang) sebanyak 10 siswa. Kategori ketiga merupakan siswa *expert* (siswa dengan *prior knowledge* tinggi). Masing-masing kategori dibagi menjadi kelompok yang terdiri dari 3-4 siswa secara acak pada kategorinya. Untuk kelas kontrol, kelompok dibentuk secara acak juga. Langkah dan prosedur penelitian dapat dilihat pada bagan di Gambar 2. Tahap terakhir dalam penelitian ini merupakan tahap pelaporan yaitu penulisan hasil penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Penelitian ini berfokus pada pengujian efektivitas desain pembelajaran yang dirancang melalui tahapan sistematis. Setelah desain pembelajaran terbentuk, kemudian dilakukan validasi pada *expert* terutama di bidang *cognitive load theory*. Perbedaan desain dengan menerapkan prinsip *cognitive load theory* terlihat pada Gambar 3.

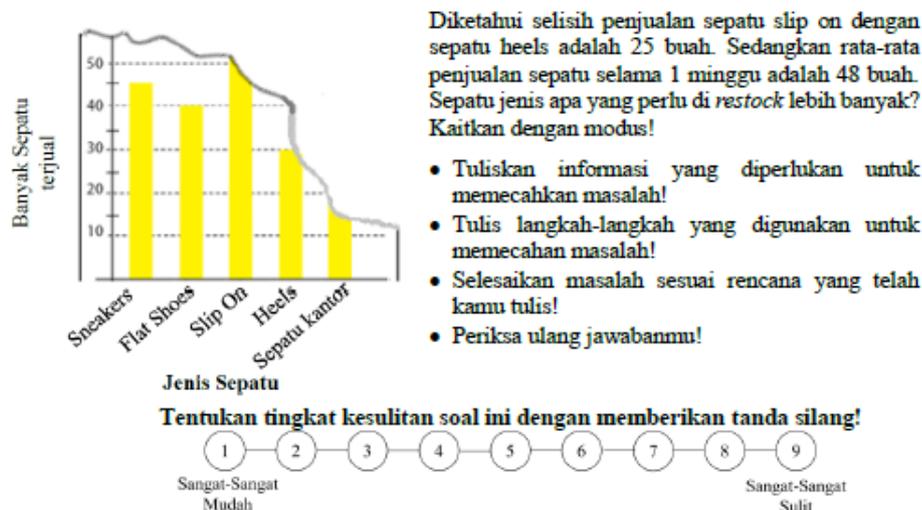


Gambar 3. Desain penyajian materi (a) menggunakan prinsip *cognitive load theory* dan (b) tidak menerapkan prinsip *cognitive load theory*

Gambar 3(a) merupakan contoh soal pada LKPD *worked example* dimana telah meminimalisir *extraneous cognitive load*. Penyajian materi pada Gambar 3(a) sudah menerapkan prinsip-prinsip dalam *cognitive load theory* seperti mengurangi *split attention effect*, *redundancy effect*, *incoherence effect*, *signaling*, dan menghindari kesalahan penulisan. Gambar 3(a) memuat tanda panah sebagai *signaling* sehingga memudahkan siswa menyerap informasi. Pada Gambar 3(b), sumber informasi didapatkan siswa dengan melihat diagram dan penjelasan dibawahnya sehingga menimbulkan *split attention effect* sedangkan pada Gambar 3(a) informasi seluruhnya disajikan terintegrasi. Gambar 3(b) juga memuat *redundancy effect* dimana informasi yang sama disajikan berulang.

Data yang diolah merupakan data *posttest* kemampuan pemecahan masalah dan dari *self-rating scale of difficulty* selama *posttest*. Contoh soal pada tes kemampuan pemecahan masalah ditunjukkan pada Gambar 4.

5. Seorang penjual sepatu melakukan survei tren selama 1 minggu untuk mengetahui barang mana yang paling laris terjual. Barang yang paling banyak dibeli pengunjung akan dilakukan *restock* lebih banyak. Sayangnya hasil survei tersebut sobek seperti gambar berikut:



Gambar 4. Contoh tes pemecahan masalah

Untuk melakukan uji hipotesis dilakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas, homogenitas, dan linearitas pada variabel kemampuan pemecahan masalah dan *cognitive load* siswa. Pada uji normalitas (uji K-S) diperoleh nilai  $p > 0,05$  sehingga data tersebut berdistribusi normal. Hasil uji homogenitas (uji Levene’s) baik pada variabel kemampuan pemecahan masalah maupun pada *cognitive load* menunjukkan bahwa nilai  $p > 0,05$  artinya, data yang digunakan bersifat homogen.

Selanjutnya adalah uji linearitas. Hasil uji linearitas ditunjukkan pada Tabel 1. Pada uji linearitas menggunakan bantuan SPSS diperoleh hasil  $F(1,58) = 145,855$ ;  $p = 0,000 < 0,05$ ;  $MSE = 8991,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,719$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa ada hubungan linier antara hasil *pretest* sebagai variabel kovariat dengan variabel *dependent* yaitu tes kemampuan pemecahan masalah. Oleh karena itu, uji asumsi linearitas ANCOVA terpenuhi. Pengaruh nilai

*pretest* pada hasil tes kemampuan pemecahan masalah terlihat cukup tinggi sebesar 71,9% ( $\eta_p^2 = 71,9\%$ ).

**Tabel 1.** Hasil Uji Hipotesis

Data	F	p	MSE	$\eta_p^2$
<i>Uji Linearitas</i>	145,855	0,000	8991,001	0,719
<i>Posttest KPM</i>	0,299	0,587	18,426	0,005
<i>Cognitive Load</i>	12,318	0,001	18,851	0,178

Hasil uji ANCOVA perlakuan kelas untuk hipotesis pertama mengenai kemampuan pemecahan masalah yang disajikan pada Tabel 1 diperoleh nilai  $F(1,58) = 0,299$ ;  $p = 0,587$ ;  $MSE = 18,426$ ;  $\eta_p^2 = 0,005$ . Hal ini menunjukkan bahwa  $p = 0,508 > 0,05$ , artinya, tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil pembelajaran diferensiasi berbasis *cognitive load theory* dengan pembelajaran non-diferensiasi ditinjau dari kemampuan pemecahan masalah. Disisi lain, jika dilihat dari rata-rata tes kemampuan pemecahan masalah yang ditunjukkan pada Tabel 2, rata-rata siswa di kelas diferensiasi berbasis *cognitive load theory* memang lebih rendah dari kelas non diferensiasi namun perbedaan ini tidaklah signifikan. Rata-rata tes kemampuan pemecahan masalah kelas diferensiasi menurut analisis deskriptif data SPSS adalah  $\bar{x} = 70,60$ ;  $SD = 14,573$ . Sedangkan, rata-rata tes kemampuan pemecahan masalah kelas non diferensiasi adalah  $\bar{x} = 71,422$ ;  $SD = 14,792$ .

**Tabel 2.** Deksriptif Statistik

Data	<i>Cognitive Load</i>		<i>Pretest</i>		<i>Posttest KPM</i>		N
	Mean	Std. Dev	Mean	Std. Dev	Mean	Std. Dev	
<i>Kelas Diferensiasi</i>	4,793	1,3209	50,30	16,771	70,60	14,573	30
<i>Kelas non-diferensiasi</i>	5,993	1,7328	52,50	16,548	71,13	14,792	30
<i>Total</i>	5,393	1,6431	51,40	16,555	70,87	14,561	60

Hasil uji ANCOVA untuk hipotesis kedua mengenai perbedaan efektivitas pembelajaran diferensiasi dengan non-diferensiasi ditinjau dari *cognitive load* siswa yang disajikan pada Tabel 1, menunjukkan bahwa  $F(1,58) = 12,318$ ;  $p = 0,001$ ;  $MSE = 18,851$ ; dan  $\eta_p^2 = 0,178$ . Karena nilai  $p = 0,001 < 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Artinya ada perbedaan yang signifikan antara pembelajaran berdiferensiasi berbasis *cognitive load theory* dengan pembelajaran non-diferensiasi ditinjau dari *cognitive load* siswa. Kemudian diketahui bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh sebesar 17,8% ( $\eta_p^2 = 0,178$ ) terhadap *cognitive load* siswa. Disisi lain, jika dilihat dari analisis deskriptif yang ditunjukkan pada Tabel 3, rata-rata *cognitive load* siswa ketika mengerjakan tes kemampuan pemecahan masalah di kelas diferensiasi berbasis *cognitive load theory* adalah sebesar  $\bar{x} = 4,793$ ;  $SD = 1,3209$ , sedangkan *cognitive load* siswa di kelas non-diferensiasi sebesar  $\bar{x} = 5,993$ ;  $SD = 1,7328$ . Dari rata-rata tersebut dapat diketahui bahwa *cognitive load* siswa di kelas diferensiasi berbasis *cognitive load theory* lebih rendah dibandingkan kelas non-diferensiasi.

## Pembahasan

Menurut hasil uji tersebut, didapatkan hasil bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara pembelajaran menggunakan pendekatan diferensiasi berbasis *cognitive load theory* dengan pembelajaran non-diferensiasi ditinjau dari kemampuan pemecahan masalah. Dalam pembelajaran diferensiasi berbasis *cognitive load theory*, diterapkan tiga metode pembelajaran yaitu *worked example*, *faded example*, dan *problem solving* berdasarkan kategori kemampuan awal siswa. Sedangkan dalam kelas non-diferensiasi, diterapkan hanya satu metode saja yaitu *problem solving*. Tidak adanya perbedaan efektivitas dapat disebabkan oleh adanya prosedur penelitian yaitu diskusi pembahasan yang dilakukan pada kedua kelas baik kelas kontrol maupun eksperimen. Namun penelitian ini juga sejalan dengan penelitian (Irwansyah & Retnowati, 2019) bahwa strategi *worked example* memiliki efektivitas yang relatif sama dibanding *problem solving*.

Dilihat dari rata-rata tes kemampuan pemecahan masalah, kelompok non-diferensiasi memiliki rata-rata yang lebih tinggi dari kelompok diferensiasi meskipun perbedaannya tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat kemungkinan bahwa kelas tersebut tidak membutuhkan diferensiasi pada proses pembelajarannya. Dua kelas yang digunakan merupakan kelas dari sampel yang diasumsikan setara. Artinya, karakteristik pengetahuan awal siswa di kedua kelompok tidak jauh berbeda. Dapat menjadi saran untuk penelitian lanjutan pada sampel dengan kemampuan awal yang lebih divergen untuk bisa memperlihatkan efek diferensiasi tersebut.

Alasan lain nilai tes kemampuan pemecahan masalah kelompok diferensiasi berbasis *cognitive load theory* tidak lebih unggul dari kelompok non-diferensiasi adalah karena pada kelompok diferensiasi, adanya *worked example* dilakukan secara kolaboratif, sedangkan *worked example* sendiri akan lebih efektif apabila diterapkan secara individu. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Irwansyah & Retnowati (2019) bahwa strategi pengelompokan siswa secara kolaboratif pada *worked example* tidak lebih efektif dibanding pembelajaran secara individu apabila ditinjau dari kemampuan pemecahan masalah dan *cognitive load*. Hal tersebut terlihat dari cara siswa bekerja bahwa pemberian contoh pada suatu kelompok dapat mengurangi diskusi atau kerja sama antarsiswa dalam menyelesaikan masalah. Penelitian Retnowati, Ayres & Sweller (2018) juga mengatakan bahwa pembelajaran kolaboratif cenderung menimbulkan *redundancy effect* untuk siswa dengan *prior knowledge* yang setara namun pembelajaran kolaboratif akan lebih efektif diterapkan kepada siswa dengan kesenjangan pengetahuan awal. Untuk penelitian ini, strategi pengelompokan dilakukan pada siswa dengan kemampuan awal yang setara. Hal ini juga dapat menjadi saran bagi penelitian selanjutnya untuk menerapkan *worked example* secara individual.

Pada materi rata, siswa diberikan contoh soal dan soal yang disajikan dalam LKPD *Worked Example* yang ditunjukkan pada Gambar 5. Siswa diminta mencari rata-rata dari diagram garis yang disajikan. Dalam LKPD *worked example*, siswa diberikan pasangan contoh-soal yang *isomorphic*.

**1. Menentukan Nilai Rata-Rata (Mean)**

**Contoh 1**

Berikut data banyaknya dokter pada beberapa kecamatan di Kabupaten Bantul. Tentukan rata-rata banyaknya dokter per kecamatan pada grafik berikut!

Data Banyaknya Dokter pada 5 Kecamatan di Kabupaten Bantul

Kecamatan	Banyaknya Dokter
Kasihan	9
Jetis	12
Imogiri	8
Sewon	14
Pleret	7

Jumlah Data: 50

Banyaknya Data: 5

$$\bar{x} = \frac{50}{5} = 10$$

Jadi, nilai rata-rata banyaknya dokter dari data tersebut adalah 10 dokter

Sumber: <https://bantulbah.bps.go.id/>

**Soal 1**

Dalam diagram di bawah ini disajikan data banyaknya masjid di beberapa kecamatan di Kabupaten Bantul.

Tentukan rata-rata banyaknya masjid di 6 kecamatan pada diagram di atas!

Jawab:

Gambar 5. LKPD Worked Example

Berdasarkan pekerjaan siswa pada LKPD (Gambar 6), dapat dilihat bahwa mereka mengerjakan dengan meniru contoh yang disajikan. Awalnya, siswa mempelajari pemecahan masalah dari soal yang disajikan dan terjadi pembentukan pengetahuan melalui skema (*acquisition*). Ketika siswa diminta mengerjakan soal serupa, siswa menjawab dengan penyajian yang juga hampir sama dengan contoh, bahkan simbol maupun kata-kata pun mirip dengan sajian contoh. Siswa tersebut menuliskan “jumlah data”, “banyak data”, hingga menuliskan simbol  $\bar{x}$  ketika menghitung rata-rata. Dalam tahap pengerjaan ini siswa memproses pengetahuan yang didapat secara lebih otomatis (*automation*).

**Soal 1**

Dalam diagram di bawah ini disajikan data banyaknya masjid di beberapa kecamatan di Kabupaten Bantul.

Tentukan rata-rata banyaknya masjid di 6 kecamatan pada diagram di atas!

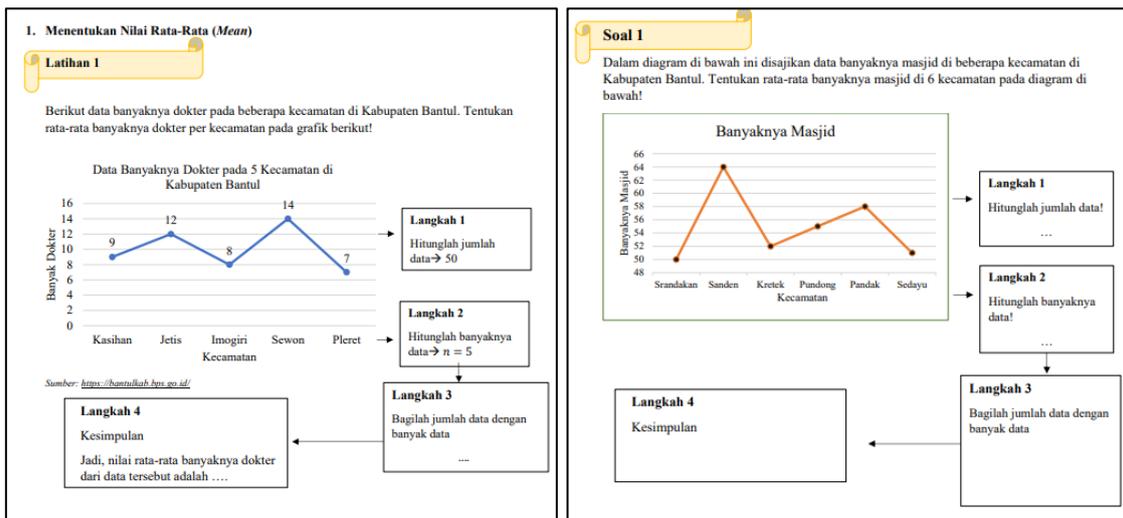
Jawab:

$$\begin{array}{r}
 50 \\
 64 \\
 114 \\
 52 \\
 166 \\
 56 \\
 222 \\
 58 \\
 280 \\
 50 \\
 330 \\
 \hline
 \text{Jumlah data: } 330 \\
 \text{Banyak data: } 6
 \end{array}
 \rightarrow \bar{x} = \frac{330}{6} = 55$$

Gambar 6. Pekerjaan siswa pada LKPD Worked Example

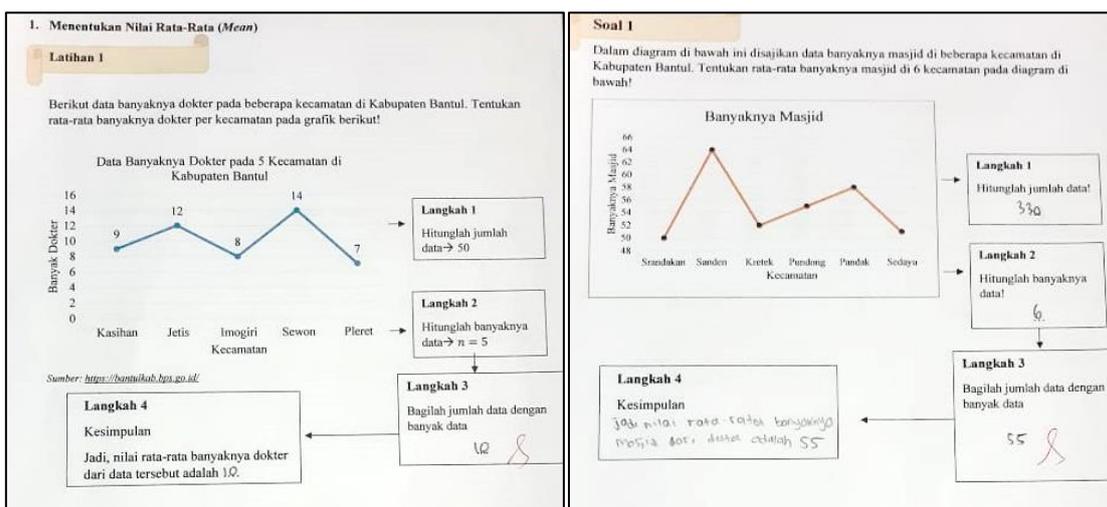
Selanjutnya, siswa diberikan contoh soal dan soal pada LKPD *faded example* dimana soal disajikan sebanyak sepasang seperti pada *worked example* yang ditunjukkan pada Gambar 7. Soal tersebut merupakan soal yang *isomorphic* dimana siswa secara bertahap dipandu dengan

langkah yang memudar, artinya dalam tahap yang lebih tinggi, petunjuk yang ada akan semakin sedikit hingga siswa mampu menyelesaikan masalah tersebut pada akhirnya.



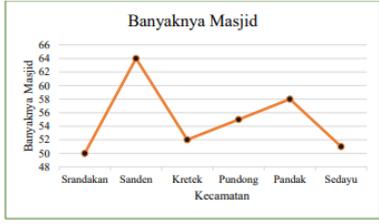
Gambar 7. LKPD Faded Example

Hasil pekerjaan siswa pada LKPD Faded Example (Gambar 8) menunjukkan bahwa siswa mengikuti petunjuk langkah pengerjaan yang disajikan. Pada Faded Example, di latihan 1 tampak lebih banyak guidance penyelesaian masalah dibanding dengan soal 1. Siswa pun mengerjakan soal seperti guidance yang tersaji di latihan.



Gambar 8. Pekerjaan siswa pada LKPD Faded Example

Selanjutnya, pada LKPD Problem Solving (Gambar 9), tetap disajikan dua soal sama seperti worked example dan faded example. Hanya saja, pada problem solving, kedua soal tersebut disajikan tanpa diberi petunjuk penyelesaian maupun contoh apapun.

<p><b>1. Menentukan Nilai Rata-Rata (Mean)</b></p> <p><b>Latihan 1</b></p> <p>Berikut data banyaknya dokter pada beberapa kecamatan di Kabupaten Bantul.</p>  <p>Tentukan rata-rata banyaknya dokter per kecamatan pada grafik di atas!</p> <p><b>Jawab:</b></p>	<p><b>Soal 1</b></p> <p>Dalam diagram di bawah ini disajikan data banyaknya Masjid di beberapa kecamatan di Kabupaten Bantul.</p>  <p>Tentukan rata-rata banyaknya masjid di 6 kecamatan pada diagram di atas!</p> <p><b>Jawab:</b></p>
---	---

Gambar 9. LKPD Problem Solving

Terlihat dari pekerjaan siswa dalam LKPD *problem solving* (Gambar 10) bahwa siswa sudah bisa mengerjakan soal tersebut dengan benar. Ini karena soal tersebut adalah soal dengan kategori mudah, selain itu mereka dapat mengerjakan soal tersebut berdasarkan pengalaman mereka terdahulu. Mereka memang sudah mempelajari materi rata-rata dan pembacaan data di jenjang sekolah dasar. Mereka hanya perlu menggabungkan pengetahuan antara pembacaan data dan pengetahuan untuk mencari nilai rata-rata. Penyajian jawaban pun terlihat berbeda dari pekerjaan siswa *worked example* maupun *faded example*.

<p><b>1. Menentukan Nilai Rata-Rata (Mean)</b></p> <p><b>Latihan 1</b></p> <p>Berikut data banyaknya dokter pada beberapa kecamatan di Kabupaten Bantul.</p>  <p>Tentukan rata-rata banyaknya dokter per kecamatan pada grafik di atas!</p> <p><b>Jawab:</b></p> <table style="border: none;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Kasihan = 9</td> <td rowspan="5" style="font-size: 3em; padding: 0 10px;">}</td> <td rowspan="5" style="vertical-align: middle;"><math>9 + 12 + 8 + 14 + 7 = 50</math></td> </tr> <tr> <td>Jetis = 12</td> </tr> <tr> <td>Imogiri = 8</td> </tr> <tr> <td>Sewon = 14</td> </tr> <tr> <td>Pleret = 7</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><math>\frac{50}{5} = 10</math></p> <p>Jadi, rata-rata banyak dokter per kecamatan adalah 10 dokter</p>	Kasihan = 9	}	$9 + 12 + 8 + 14 + 7 = 50$	Jetis = 12	Imogiri = 8	Sewon = 14	Pleret = 7	<p><b>Soal 1</b></p> <p>Dalam diagram di bawah ini disajikan data banyaknya Masjid di beberapa kecamatan di Kabupaten Bantul.</p>  <p>Tentukan rata-rata banyaknya masjid di 6 kecamatan pada diagram di atas!</p> <p><b>Jawab:</b></p> $= \frac{50 + 64 + 52 + 55 + 58 + 51}{6}$ $= \frac{330}{6} = 55$
Kasihan = 9	}			$9 + 12 + 8 + 14 + 7 = 50$				
Jetis = 12								
Imogiri = 8								
Sewon = 14								
Pleret = 7								

Gambar 10. Pekerjaan siswa pada LKPD Problem Solving

Dari ketiga jenis pekerjaan siswa dalam metode yang berbeda, mereka cenderung bekerja sesuai dengan cara metode tersebut bekerja. Pada *worked example* dan *faded example*, siswa lebih mengakuisisi skema untuk membentuk pengetahuan baru di soal pertama (*schema acquisition*), dan menerapkan pengetahuan yang terbentuk secara lebih otomatis (*schema automation*) pada soal berikutnya. Namun hal itu terjadi untuk soal *isomorphic*. Sedangkan tes pemecahan masalah bukan merupakan soal yang *isomorphic* dengan soal yang pernah disajikan di LKPD. Oleh karenanya, siswa tersebut mengerjakan soal tes pemecahan masalah dengan memanfaatkan pengetahuan yang telah diakuisisi sebelumnya dalam “masalah baru”.

Menurut hasil uji ANCOVA, diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan efektivitas yang signifikan antara pembelajaran dengan pendekatan diferensiasi berbasis *cognitive load theory* dengan pembelajaran non-diferensiasi ditinjau dari *cognitive load* siswa. Pembelajaran dengan pendekatan diferensiasi berbasis *cognitive load theory* dinilai lebih efektif dari pembelajaran non-diferensiasi apabila ditinjau dari *cognitive load* siswa. Hal ini dapat diketahui dari hasil *self rating scale of difficulty* ketika tes kemampuan pemecahan masalah yang ditunjukkan pada Gambar 11.

Seberapa sulit soal diatas? Lingkarilah sesuai tingkat kesulitan menurutmu!

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sangat-sangat mudah	Sangat mudah	Mudah	Agak Mudah	Tidak Keduanya	Agak Sulit	Sulit	Sangat Sulit	Sangat-sangat sulit

**Gambar 11.** *Self Rating Scale of Difficulty*

*Self-rating scale of difficulty* ini diberikan di bagian bawah setiap soal. *Self-rating* ini berfungsi untuk mengukur *cognitive load* siswa selama mengerjakan sebuah soal. Skala 1 menunjukkan amat sangat mudah atau usaha mental yang sangat-sangat rendah. Begitu sebaliknya, skala 9 menunjukkan amat sangat sulit atau menggunakan usaha mental yang sangat tinggi (Retnowati et al., 2018). *Self rating scale of difficulty* dimunculkan pada setiap nomor soal baik pada LKPD maupun dalam *posttest*.

*Cognitive load* kelompok diferensiasi berbasis *cognitive load theory* lebih rendah karena mereka mendapatkan materi dengan sajian sesuai porsinya. Dengan demikian, siswa *novice* tidak merasa terlalu sulit dan siswa *expert* tidak merasa terlalu mudah dalam belajar sehingga tidak menyebabkan kebosanan. Selain itu, adanya *worked example* pada kelas diferensiasi tentu dapat menurunkan *cognitive load* siswa. Begitu juga untuk metode *faded example*. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wibowo & Retnowati (2022) bahwa baik *worked example* maupun *faded example* keduanya baik diterapkan dalam pembelajaran ditinjau dari kemampuan pemecahan masalah dan *cognitive load* siswa.

## SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan efektivitas pembelajaran dengan pendekatan diferensiasi yang terdiri dari metode *problem solving* untuk siswa dengan *prior knowledge* kategori tinggi, *faded example* untuk siswa dengan *prior knowledge* dengan kategori sedang, dan *worked example* untuk siswa dengan *prior knowledge* rendah dengan pembelajaran non-diferensiasi menggunakan metode *problem solving* dilihat dari kemampuan pemecahan masalah pada materi statistika (ukuran pemusatan data). Perlu kondisi tertentu untuk menyebabkan pembelajaran diferensiasi menjadi lebih efektif seperti diagnosa kemampuan awal yang lebih divergen dan terapan kondisi dari prinsip-prinsip dari *cognitive load theory*. Disamping itu, pembelajaran dengan pendekatan diferensiasi berbasis *cognitive load theory* tersebut lebih baik dari pembelajaran non-diferensiasi ditinjau dari *cognitive load* siswa pada materi statistika. Artinya, pada pembelajaran diferensiasi, *cognitive load* yang dialami siswa lebih rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2010). *Prosedur penelitian pendekatan praktik*. Rineka Cipta.
- Chen, O., Kalyuga, S., & Sweller, J. (2015). The worked example effect, the generation effect and element interactivity. *Journal of Educational Psychology*, 107 (3), 689–704. <https://doi.org/10.1037/edu0000018>
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J.O. (2015). *The systematic design of instruction eight edition*. Pearson.
- Irwansyah, M., & 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. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v6i1.21452>
- Kalyuga, S., & Renkl, A. (2010). Expertise reversal effect and its instructional implications: introduction to the special issue. *Instr Sci* 38, 209–215. <https://doi.org/10.1007/s11251-009-9102-0>
- Komariah, K. (2011). Penerapan metode pembelajaran problem solving model polya untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah bagi siswa kelas IX J di SMPN 3 Cimahi. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta* (Vol. 14, pp. 209-219). <http://eprints.uny.ac.id/id/eprint/7195>
- Mariati, P., Purnamasari, N., Soetantyo, S., Suwarna, I. R., & Susanti, E. I. (2021). *Prinsip Pengembangan Pembelajaran Berdiferensiasi (Differentiated Instruction)*. Psychology. Advance online publication. <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000167>
- Mayer, R.E. (2009). *Multimedia learning (second edition)*. Cambridge Press University.
- Muryanto, D. (2022). *Efektivitas worked example pairs dalam pembelajaran sistem pertidaksamaan ditinjau dari kemampuan pemecahan masalah, kemahiran prosedural dan cognitive load*. [Tesis, tidak diterbitkan]. Universitas Negeri Yogyakarta.
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM
- Oktaviani, K.N. (2020). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Siswa SMP/MTs Kelas VII Pada Materi Persegi Panjang Dengan Teknik Faded Examples Ditinjau Dari Kemampuan Koneksi Matematis Siswa*. [Tesis, tidak diterbitkan]. Universitas Negeri Yogyakarta
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2004). Cognitive load theory: Instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. *Instructional Science*, 32(1-2), 1-8. <https://doi.org/10.4324/9780203764770-1>
- Pambayun, H., & Retnowati, E. (2018). Penerapan teknik faded examples untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah materi pengayaan trigonometri SMA. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 5(1), 73-81. <http://dx.doi.org/10.21831/jrpm.v5i1.12149>
- Pangesti, F., & 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. <http://dx.doi.org/10.21831/pg.v12i1.14055>
- Parsons, S. A., Vaughn, M., Scales, R. Q., Gallagher, M. A., Parsons, A. W., Davis, S. G., Allen, M. (2018). Teachers' instructional adaptations: A research synthesis. *Review of Educational Research*, 88(2), 205–242. <http://doi:10.3102/0034654317743198>
- Putrawangsa, S. (2018). *Desain pembelajaran: Design research sebagai pendekatan desain pembelajaran*. CV. Reka Karya Amerta.
- Reed, S.K. (1999). *Word problems (research and curriculum reform)*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

- Renkl, A., & Atkinson, R. (2003). Structuring the transition from example study to problem solving in cognitive skill acquisition: A cognitive load perspective. *Educational Psychologist*, 38, 15-22. [https://doi:10.1207/S15326985EP3801\\_3](https://doi:10.1207/S15326985EP3801_3)
- Retnowati & Marissa. (2018). Designing worked examples for learning tangent lines to circles. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 983, No. 1, p. 012124). IOP Publishing. <https://doi:10.1088/1742-6596/983/1/012124>
- Retnowati E, Ayres P, Sweller J. (2018). Collaborative learning effects when students have complete or incomplete knowledge. *Appl Cognit Psychol*. 2018;1–12. <https://doi.org/10.1002/acp.3444>
- 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. <https://doi.org/10.31764/jtam.v7i1.11678>
- Rohman, H. M. H., & Retnowati, E. (2018, September). How to teach geometry theorems using worked examples: A cognitive load theory perspective. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1097, No. 1, p. 012104). IOP Publishing. <https://doi:10.1088/1742-6596/1097/1/012104>
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and instruction*, 4(4), 295-312. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)
- 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](https://doi.org/10.1207/s1532690xci1203_1)
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory. Explorations in the learning sciences, instructional systems and performance technologies*. London: Springer.
- Tomlinson, C. A., & Moon, T. R. (2013). *Assessment and student success in a differentiated classroom*. ASCD.
- Tomlinson, C. A., (2017). *How to differentiate instruction in mixed ability classrooms*. ASCD.
- Trafton, J. G., & Reiser, B. J. (1993). Studying examples and solving problems: Contributions to skill acquisition. Annual conference of cognitive science society. Hillsdale. [https://www.researchgate.net/publication/2743221\\_The\\_Effects\\_of\\_Self-Explanation\\_on\\_Studying\\_Examples\\_and\\_Solving\\_Problems](https://www.researchgate.net/publication/2743221_The_Effects_of_Self-Explanation_on_Studying_Examples_and_Solving_Problems)
- Van de Walle, J.A., Karp, K.S., Williams, J.M.B. (2013). *Elementary and middle school mathematics teaching developmentally* -8<sup>th</sup> ed. Pearson.
- Wibowo, D. K., & Retnowati, E. (2022). Perbandingan efektivitas faded example dan worked example ditinjau dari kemampuan pemecahan masalah peluang. *Jurnal Pedagogi Matematika*, 8(1), 49-64. <http://journal.student.uny.ac.id/ojs/index.php/jpm>
- Widjajanti, D. B. (2009). Kemampuan pemecahan masalah matematis mahasiswa calon guru matematika: Apa dan bagaimana mengembangkannya. In *Seminar Nasional FMIPA UNY* (Vol. 5). Universitas Negeri Yogyakarta.