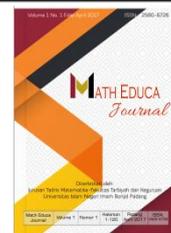




UIN IMAM BONJOL  
PADANG



## EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN KOLABORATIF DENGAN STRATEGI GOAL-FREE PROBLEMS DITINJAU DARI KEMAMPUAN TRANSFER, REASONING, DAN COGNITIVE LOAD SISWA

<sup>1</sup>Sity Rahmy Maulida, <sup>2</sup>Endah Retnowati, <sup>3</sup>Fitria Mardika\*, <sup>4</sup>Rozi Fitriza

<sup>1</sup>Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai, Indonesia

<sup>2</sup>Pendidikan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

<sup>3,4</sup>Tadris Matematika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Imam Bonjol Padang, Indonesia

E-mail: <sup>1</sup>[srahmym@gmail.com](mailto:srahmym@gmail.com), <sup>2</sup>[e.retno@uny.ac.id](mailto:e.retno@uny.ac.id), <sup>3</sup>[fitriamardika@uinib.ac.id](mailto:fitriamardika@uinib.ac.id), <sup>4</sup>[rozifitriza@uinib.ac.id](mailto:rozifitriza@uinib.ac.id)

Received: August 2022; Accepted: September 2022; Published: October 2022

### Abstract

This research examined: (1) the effectiveness of learning through a goal-free problem strategy compared with learning through a goal-given problem strategy with regard to transfer ability, reasoning, or cognitive load; (2) the effectiveness of learning collaboratively compared with learning individually with regard to transfer ability, reasoning, or cognitive load; and (3) interaction between learning strategy (goal-free or goal-given) and setting (collaborative or Individual) in terms of transfer ability, reasoning, or cognitive load. The experiment was conducted using a 2 (setting: collaborative vs. Individual) x 2 (strategy: goal-free vs. goal-given) factorial design; posttest-only control-group. The results of the data analysis supported hypothesis that the students who learned by goal-free problems strategy led to be better in terms of near and far transfer scores than students who learned by the goal-given strategy. The goal-free problems strategy was also proved to be more effective in terms of students' reasoning in near and far transfer tests rather than the goal-given problems strategy. Collaborative learning more effectively minimizes cognitive load during acquisition and near transfer test phase than students learn individually, also effectively facilitating students in terms of the near transfer only than students in individual learning. There was a significant interaction effect between the learning setting factor and strategy factor in terms of near transfer ability and reasoning in the near transfer test. Simple effect test showed that learning collaboratively by goal-given strategy was significantly more effective in terms of near transfer ability and students' reasoning in the near transfer test, and learning individually by goal-free strategy was significantly more effective in terms of near transfer ability and students' reasoning in near transfer test.

**Keywords:** Goal-Free Problem, Cognitive Load, Collaborative Learning

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menguji: (1) efektivitas pembelajaran dengan strategi *goal-free problems* dibandingkan pembelajaran dengan strategi *goal-given problem* ditinjau dari kemampuan transfer, *reasoning*, atau *cognitive load*; (2) efektivitas pembelajaran kolaboratif dibandingkan dengan pembelajaran individual ditinjau dari kemampuan transfer, *reasoning*, atau *cognitive load*; (3) interaksi antara strategi pembelajaran (*goal-free problems* atau *goal-given*) dengan setting pembelajaran (kolaboratif atau individu) ditinjau dari kemampuan transfer, *reasoning*, atau *cognitive load*. Eksperimen dilaksanakan menggunakan 2 (setting: kolaboratif vs. Individual) x 2 (strategi: *goal-free* vs. *goal-given*) factorial design; posttest-only control-group.

\*Corresponding author.

Peer review under responsibility UIN Imam Bonjol Padang.

© 2022 UIN Imam Bonjol Padang. All rights reserved.

p-ISSN: 2580-6726

e-ISSN: 2598-2133

Hasil analisis data mendukung hipotesis bahwa siswa yang belajar dengan strategi *goal-free problems* memperoleh skor kemampuan *near* dan *far transfer* yang lebih baik secara signifikan dibandingkan siswa yang belajar dengan strategi *goal-given problems*. Pembelajaran melalui strategi *goal-free* juga terbukti efektif ditinjau dari kemampuan *reasoning*, baik pada fase tes *near* maupun *far transfer* siswa dibandingkan pembelajaran melalui strategi *goal-given*. Pembelajaran kolaboratif efektif meminimalisir *cognitive load* selama fase belajar dan fase tes *near transfer* serta efektif memfasilitasi kemampuan *near transfer* daripada pembelajaran individual. Ditemukan *interaction effect* yang signifikan antara faktor seting pembelajaran dan strategi ditinjau dari kemampuan *near transfer* dan *reasoning* pada tes *near transfer*. *Simple effect test* menunjukkan bahwa interaksi signifikan terdapat pada strategi *goal-given* melalui seting pembelajaran kolaboratif ditinjau dari kemampuan *near transfer* dan *reasoning* pada fase tes *near transfer*; dan strategi *goal-free* melalui seting pembelajaran individu ditinjau dari kemampuan *near transfer* dan *reasoning* siswa.

**Kata kunci:** *Goal-Free Problem, Cognitive Load, Pembelajaran Kolaboratif*

## PENDAHULUAN

*Problem-based learning* (PBL) adalah pembelajaran yang sering diteliti dan berkontribusi positif dalam pembelajaran matematika. Selama lebih dari tiga dekade, institusi pendidikan dari berbagai negara mengembangkan program pembelajaran berbasis masalah (Mamede et al., 2006). Pembelajaran berbasis masalah terbukti mendukung siswa dalam hal pengonstruksian pemahaman yang fleksibel dan keterampilan dalam belajar (Cindy, 2004). Lebih jauh disebutkan bahwa pembelajaran dengan pemecahan masalah dapat memfasilitasi siswa untuk dapat mengemukakan alasan yang logis atas penyelesaian masalah atau *reasoning* belajar (Cindy, 2004). Pembelajaran berbasis masalah juga efektif meningkatkan keterampilan dalam berkomunikasi matematis dan juga prestasi belajar siswa (Abdullah et al., 2010). Melalui penyelesaian masalah, siswa juga dapat mengemukakan berbagai ide matematis untuk menemukan solusi yang tepat (Abdullah et al., 2010).

Di sisi lain, PBL merupakan strategi pembelajaran yang dapat menghambat proses pembelajaran siswa, terutama bagi *novice learner* atau siswa awam, karena pemecahan masalah mengarahkan siswa untuk menerima *extraneous cognitive load* yang tinggi. Lebih jauh dijelaskan, bahwa memecahkan masalah bagi siswa pemula atau awam dapat mengakibatkan

*cognitive load* yang tinggi, karena siswa lebih memusatkan perhatiannya pada *goal* atau *sub goal* dari masalah yang diberikan bukan pada bagaimana memahami penyelesaian masalah berdasarkan informasi yang diberikan (John Sweller, 1988). Siswa cenderung menggunakan strategi *means-ends analysis* yang merupakan faktor yang membuat pembelajaran tidak efektif, meskipun masalah terpecahkan namun strategi tersebut memaksa siswa untuk memperoleh *cognitive load* yang tinggi dan mengganggu penambahan skema (*schema acquisition*) (John Sweller, 1988). *Means-ends analysis* diartikan sebagai suatu bentuk usaha untuk mengurugi kesenjangan antara yang diketahui dan yang ditanyakan dengan menemukan rangkaian prosedur menuju tujuan akhir masalah (John Sweller, 1988).

Guru sebagai perancang dalam pelaksanaan proses belajar mengajar hendaknya mempertimbangkan seberapa banyak informasi yang dihadapkan pada siswa *novice* dan keterbatasan *working memory* yang berlaku untuk informasi tersebut (Fred Paas et al., 2010). Pembelajaran adalah kegiatan *schema acquisition* dan *automation*, yang diberi istilah *germane cognitive load*. Mengurangi *extraneous cognitive load* melalui desain pembelajaran yang efisien, dapat meningkatkan kapasitas *germane cognitive load* (F. Paas et al., 2003). *Germane cognitive load* adalah sumber *working memory* yang relevan dengan kegiatan pembelajaran.

Pemecahan masalah matematika dengan strategi *means-ends analysis* yang dilakukan oleh siswa awam (*prior knowledge* rendah) atau dengan strategi bekerja mundur (*moving backward strategy*) cenderung meningkatkan *extraneous cognitive load* sehingga *germane cognitive load* siswa tidak terfasilitasi (Clark et al., 2011).

Penelitian sebelumnya menunjukkan strategi *goal-free problems* berkontribusi positif pada hasil belajar siswa. *Goal-free problems* merupakan salah satu strategi pembelajaran yang meningkatkan pembelajaran karena dapat meminimalkan *extraneous cognitive load*; menyederhanakan tahapan *sub goals* untuk memecahkan masalah (P. L. Ayres, 1993). Dalam penelitian yang dilaksanakan pada siswa SMP materi geometri disebutkan bahwa siswa yang belajar dengan strategi *goal-free problems* memperoleh skor *transfer* lebih tinggi dibandingkan siswa yang belajar dengan strategi *goal-given problems* (E. S. Retnowati & Murdanu, 2015). Penelitian yang dilaksanakan oleh Wirth and Leutner yang menyatakan bahwa skor tes prestasi belajar siswa yang diberikan masalah *goal-free problem* lebih baik dibandingkan skor tes prestasi siswa yang diberikan masalah *specified-goal* (Wirth & Leutner, 2008). Pembelajaran dengan masalah yang spesifik menyebabkan siswa yang menyelesaikan masalah dengan menerapkan strategi *means-ends analysis*, di mana strategi pemecahan masalah ini tidak memberikan kontribusi pada penambahan skema dan berpengaruh besar untuk menghadirkan *cognitive load* yang tinggi (Wirth & Leutner, 2008).

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa terdapat korelasi yang kuat antara *working memory* dan *reasoning* siswa (Kyllonen & Christal, 1990) (Oberauer et al., 2003), namun belum tersedia bukti empiris yang cukup menginvestigasi strategi *goal-free problems* terhadap *reasoning* siswa. Lebih jauh dijelaskan bahwa keterbatasan *working memory* dapat

mempengaruhi kemampuan *reasoning* siswa (Kyllonen & Christal, 1990). Sementara itu, telah banyak bukti bahwa strategi *goal-free problems* dapat mengurangi beban *working memory* sehingga menyisakan kapasitas yang lebih untuk belajar (J. Sweller et al., 2011). Banyak penelitian sebelumnya yang menginvestigasi strategi *goal-free problems* terhadap kemampuan transfer dan *cognitive load* (E. S. Retnowati & Murdanu, 2015), (Owen & Sweller, 1985), (F. Paas et al., 2003), (John Sweller, 1988), (E. Retnowati et al., 2016).

Bukan hanya karena belajar secara kolaboratif sesuai dengan budaya luhur Indonesia, namun belajar dalam kelompok kecil memiliki berbagai keistimewaan dibandingkan belajar secara individu. Pembelajaran kolaboratif perlu dikembangkan karena berkolaborasi merupakan salah satu nilai luhur budaya Indonesia dan juga karakter bangsa (E. S. Retnowati & Murdanu, 2015). Selain itu, memecahkan masalah secara kolaboratif dapat mendistribusikan *cognitive load* kepada anggota-anggota kelompok, sehingga meningkatkan kemampuan memecahkan masalah, berpikir tingkat tinggi dan mengarahkan kepada pengonstruksian pengetahuan di antara anggota kelompok (Cindy, 2004). Kirschner juga mendukung pernyataan tersebut, bahwa pembelajaran secara berkelompok memberi kesempatan siswa untuk mendistribusikan *cognitive load* yang tinggi kepada anggota lain (Kirschner et al., 2009). Selain itu, keuntungan belajar secara kolaboratif juga dijelaskan dalam penelitian bahwa konflik kognitif dapat memfasilitasi kemampuan *reasoning* yang lebih baik (Watson & Moritz, 2001). Konflik kognitif adalah tahu dan sadar akan sebuah pengalaman atau ide yang tidak sesuai dengan konsep yang telah dimiliki seseorang. Lebih jauh lagi, Watson dan Moritz menyatakan bahwa pembelajaran kolaboratif adalah setting pembelajaran yang tepat memfasilitasi atau mengeksplor ide-ide siswa yang berlawanan, jelas, dan tanpa intervensi

guru (Watson & Moritz, 2001). Brodie menyatakan bahwa reasoning merupakan bagian dari kecakapan matematis yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran kolaboratif dalam praktik pembelajaran di kelas (Brodie, 2009).

Berdasarkan uraian sebelumnya, diperlukan adanya bukti empiris mengenai efek pembelajaran *goal-free problems* dalam seting kolaboratif. Diduga pembelajaran berbasis masalah konvensional (*goal-specified*) menghadirkan *extraneous cognitive load* yang lebih tinggi dibandingkan pembelajaran berbasis *goal-free problems*. Kelebihan pelaksanaan pembelajaran kolaboratif, diduga memberikan kontribusi positif dalam pembelajaran, seperti memfasilitasi *reasoning* dan kemampuan menyelesaikan masalah. Kelebihan seting pembelajaran kolaboratif dan strategi *goal-free problems* diduga dapat meminimalisir *cognitive load* siswa dan kemampuan transfer. Strategi *goal-free problems* secara kolaboratif diduga dapat meminimalkan *extraneous cognitive load* siswa, efektif terhadap kemampuan siswa untuk memberikan alasan yang logis dalam penyelesaian soal (*reasoning*), dan efektif dalam mentransfer pengetahuannya untuk menyelesaikan soal. Berdasarkan beberapa dugaan tadi, peneliti perlu menguji dugaan efektifitas tersebut dengan melaksanakan penelitian yang diberi judul “Efektivitas Pembelajaran Kolaboratif dengan Strategi Goal-Free Problems ditinjau dari kemampuan transfer, reasoning, dan cognitive load siswa”.

## METODE PENELITIAN

### a. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian eksperimen semu (*quasi experiment*), yaitu yang menempatkan subjek penelitian dalam kelompok-kelompok dengan tidak sepenuhnya acak (Cresswell, 2013). Hal tersebut dikarenakan siswa sudah berada dalam kelas tertentu yang

ditentukan oleh sekolah, oleh karena itu pengacakan dilakukan atas nama kelas. Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan  $2 \times 2$  (strategi: *goal-free vs. goal-given*)  $\times 2$  (seting: *kolaboratif vs. individual*) factorial design; Posttest-Only Control-Group. Dalam penelitian ini rancangan *posttest-only control-group* diterapkan karena prosedur penelitian dapat memenuhi asumsi bahwa siswa berangkat dari kemampuan awal (*starting point*) yang sama dan randomisasi dalam menentukan siswa yang mengikuti kelompok pembelajaran yang telah dirancang. Selain itu, peniadaan *pretest* juga dikarenakan tes awal untuk materi yang baru akan memberikan efek-efek yang kurang diharapkan (Cresswell, 2013).

**Tabel 1. Posttest-Only Control-Group Design**

Group	Treatment	Post-test
KGF	X <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>
IGF	X <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
KGG	X <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>
IGG	X <sub>4</sub>	O <sub>4</sub>

Keterangan:

KGF= Kolaboratif *goal-free*

IGF = Individual *goal-free*

KGG = Kolaboratif *goal-given*

IGG = Individual *goal-given*

X<sub>1</sub>;X<sub>2</sub>;X<sub>3</sub>;X<sub>4</sub> = Pelaksanaan pembelajaran sesuai kelompok

O<sub>1</sub>;O<sub>2</sub>;O<sub>3</sub>;O<sub>4</sub> = Hasil post-test di masing-masing group

### b. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di MA Negeri Yogyakarta 3. Waktu pelaksanaan penelitian adalah pada semester genap tahun pelajaran 2016/2017. Penelitian ini dilaksanakan selama 4 pertemuan di kelas pada bulan februari 2017.

### c. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini termasuk jenis populasi tidak terbatas, namun dikarakteristikan oleh kemampuan dari subjek yang masuk dalam populasi, sehingga siapa saja siswa yang berusia dibawah 17 tahun dan belum pernah mempelajari materi trigonometri I serta

belajar secara klasikal masuk dalam populasi penelitian ini. Pendefinisian karakteristik populasi ini didasarkan pada penjelasan Nazir, yang menyatakan bahwa populasi yang tidak terbatas adalah populasi yang tidak dapat diketahui jumlah anggota populasi tersebut secara pasti atau jumlah anggotanya tidak terbatas (Nazir, 2014).

Penentuan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan teknik *convenience sampling*. *Convenience sampling* adalah teknik pengambilan sampel yang dapat dilakukan untuk subjek yang sudah terkelompokkan (seperti: kelas atau organisasi), namun memenuhi syarat bahwa setiap subjek memiliki peluang terpilih yang sama dan memiliki karakteristik seperti subjek dalam populasi. Teknik ini merupakan teknik yang paling tepat dan memungkinkan untuk dilakukan dalam penelitian quasi eksperimen, di mana teknik ini memudahkan akses dan izin partisipasi untuk sampel yang sudah terkelompok sebelumnya, seperti kelas, organisasi dan unit keluarga (Cresswell, 2013). Sampel yang terpilih dalam penelitian ini adalah kelas X MIA 1, X MIA 2, X MIA 3, dan X MIA 4 MA Negeri 3 Yogyakarta sebanyak 128 siswa.

#### d. Prosedur

Penelitian eksperimen ini dilaksanakan melalui empat tahapan, yaitu: (1) fase *introductory*, tahap ini ditandai dengan dilaksanakannya dua tahap pengenalan pembelajaran, yaitu tahap pengaktifan *prior knowledge* dan pengenalan konsep dasar materi baru. Tahapan pengaktifan *prior knowledge* difasilitasi dengan Lembar Aktivitas Siswa yang berisi ringkasan materi teorema pythagoras dan penyederhanaan bentuk akar serta soal Latihan; (2) fase belajar, yaitu tahap *acquisition* di mana siswa mempelajari bagaimana memecahkan masalah yang diberikan baik secara individu maupun kelompok. Pada tahap inilah siswa dibagi ke dalam 4 kelompok; KGF, KGG, IGF, dan IGG; (3) fase pengumpulan data, tes near

transfer (tes yang berisi masalah yang mirip dengan masalah yang telah dipecahkan pada fase pembelajaran atau *acquisition phase*), tes *far transfer* (tes yang berisi masalah lebih kompleks dibandingkan masalah untuk tes retention dan tidak familiar atau tidak sama konteksnya dengan retention test) dan Skala Likert digunakan untuk mengukur cognitive load yang dialami siswa saat menyelesaikan soal disetiap soal. Skala Likert yang digunakan adalah skala Likert 9 poin; dari rentang (1) sangat-sangat mudah (*very very low mental effort*) hingga dan (9) sangat-sangat sulit (*very high mental effort*).

#### e. Teknik Pengumpulan Data

Data diperoleh dari tiga variabel dalam penelitian ini, yaitu *near* dan *far transfer*, *reasoning* dan *cognitive load*. Data *near transfer* dan *far transfer* dikumpulkan melalui tes isian singkat, data *reasoning* diukur melalui uraian penjelasan jawaban, dan *cognitive load* dikumpulkan dengan teknik non tes, yaitu skala Likert.

#### f. Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, data kemampuan *transfer*, *cognitive load*, dan *reasoning* yang dianalisis secara bertahap mengaplikasikan Univariate Analysis Of Variance (ANOVA) untuk menguji *main effect* dari setiap variabel bebas dan *interaction effect* dari kedua variabel bebas, serta uji lanjutan *simple effect test* menggunakan t-test (sebagai uji lanjutan jika terdapat *interaction effect* yang signifikan). Data kemampuan *transfer*, *cognitive load*, atau *reasoning* diuji satu persatu karena ketiga variabel tersebut tidak berkorelasi, oleh karena itu uji analisis data penelitian menggunakan uji ANOVA.

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan sesuai dengan desain yang telah

disusun, diperoleh beberapa hasil analisis data untuk menjawab pertanyaan penelitian. Berikut diberikan tabel 2 untuk menyajikan ringkasan hasil uji analisis data penelitian, di mana hasil uji tersebut menjadi acuan untuk mengonfirmasikan hipotesis yang telah disusun dalam penelitian ini.

Tabel 2. Nilai  $p$  dan  $\eta_p^2$  Faktor Strategi dan Seting terhadap Variabel

Variabel	Faktor Strategi		Seting		Strategi*Seting	
	P	$\eta_p^2$	P	$\eta_p^2$	P	$\eta_p^2$
• Cognitive Load						
Fase Belajar	0,013**	0,053	0,002**	0,079	0,973	0,000
Near Transfer	0,080	0,027	0,021**	0,046	0,060	0,031
Far Transfer	0,001*	0,085	0,171	0,016	0,371	0,007
•Kemampuan transfer						
Near Transfer	0,000*	0,147	0,038**	0,037	0,000*	0,167
Far Transfer	0,001*	0,095	0,163	0,017	0,981	0,00
•Reasoning						
Near Transfer	0,021**	0,046	0,407	0,006	0,000*	0,110
Far Transfer	0,003**	0,074	0,360	0,007	0,348	0,004

\* =  $p \leq 0,001$     \*\* =  $p < 0,05$

Untuk lebih lengkap dan detail mengetahui perbedaan pada variabel *near transfer* dan *reasoning*, maka diberikan tabel 11 yang berisi informasi skor rata-rata dan standar deviasi pada tes *near* dan *far transfer*. Pada tabel berikut disajikan nilai rata-rata dan standar deviasi untuk skor kemampuan transfer dan *reasoning*, baik pada fase tes *near* maupun *far transfer*.

Tabel 3. Rata-rata dan Simpangan Baku Skor Near dan Far Transfer Kelompok Strategi Goal-free dan Goal-given Serta Kelompok Seting Individu dan Kolaboratif

Strategi		Near Transfer				Far Transfer			
		Skor		Reasoning		Skor		Reasoning	
		$\bar{X}$	St.d	$\bar{X}$	St.d	$\bar{X}$	St.d	$\bar{X}$	St.d
Goal-free	Goal-free	1,43	0,39	4,61	1,16	0,72	0,22	2,51	0,23
	Goal-given	1,07	0,57	4,07	1,43	0,57	0,24	2,33	0,40
Seting	Individu	1,16	0,54	4,23	1,28	0,61	0,21	2,39	0,32
	Kolaboratif	1,34	0,49	4,44	1,38	0,67	0,27	2,45	0,36

**a. Perbandingan keefektifan pembelajaran melalui strategi goal-free problems dan strategi goal-given problems ditinjau dari cognitive load siswa**

Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada faktor strategi pembelajaran terhadap *cognitive load* siswa selama fase belajar. Berdasarkan tabel 2 diperoleh nilai  $\eta_p^2=0,053$  dan  $p = 0,013$ , memberi arti bahwa

pengaruh yang diberikan perlakuan (strategi *goal-free problem*) terhadap *cognitive load* siswa pada fase belajar termasuk dalam kategori rendah. Berdasarkan beberapa uraian tadi, dapat dikatakan bahwa strategi *goal-free problems* dapat meminimalisir *cognitive load* siswa selama fase belajar. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Ayres dan Sweller menyimpulkan bahwa siswa yang melaksanakan pembelajaran geometri melalui *specific-goal problems* lebih banyak membuat kesalahan dan memberikan muatan kognitif atau *cognitive load* yang berat kepada *working memory* siswa (P. Ayres & Sweller, 1990).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara keefektifan faktor strategi pembelajaran terhadap *cognitive load* siswa pada fase tes *far transfer*. Hal tersebut didukung oleh perolehan nilai *main effect*  $F(3, 114)=10,649$ ,  $MSE=2,266$ ,  $\eta_p^2=0,085$  dan  $p = 0,001$ . Rata-rata skor *cognitive load* siswa yang belajar dengan strategi *goal-free problems* adalah 4,615 dengan standar deviasi sebesar 1,606, sedangkan rata-rata skor *cognitive load* siswa yang belajar dengan strategi *goal-given problems* adalah 5,520 dengan standar deviasi sebesar 1,409. Nilai  $\eta_p^2 = 0,085$  memberi arti bahwa pengaruh pelaksanaan pembelajaran *goal-free problems* terhadap *cognitive load* pada fase *far transfer* tergolong sedang. Uraian data tersebut mendukung hipotesis bahwa strategi *goal-free problems* lebih efektif meminimalisir *cognitive load* siswa saat menyelesaikan tes *far transfer* dibandingkan strategi *goal-given*.

Lain halnya pada fase tes *near transfer*, tidak terdapat perbedaan yang signifikan faktor strategi pembelajaran terhadap *cognitive load* siswa pada fase tes *near transfer*. Diperoleh nilai *main effect*  $F(3, 114)=3,122$ ,  $MSE=3,222$ ,  $p=0,080$  dan  $\eta_p^2=0,027$ . Standar deviasi skor *cognitive load* siswa saat tes *near transfer* kelompok

goal-free maupun goal-given cenderung sama, yaitu 1,814 untuk goal-free dan 1,884 untuk goal-given. Berdasarkan perolehan data, maka disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antara skor data cognitive load siswa yang belajar dengan strategi goal-free dan skor data cognitive load siswa yang belajar dengan strategi goal-given pada saat menyelesaikan tes near transfer.

Berdasarkan beberapa uraian tadi, maka dapat disimpulkan bahwa strategi goal-free problems efektif meminimalisir cognitive load siswa pada fase pembelajaran maupun fase tes far transfer daripada strategi goal-given problems. Dengan demikian, hipotesis bahwa pembelajaran matematika melalui strategi goal-free problems lebih efektif ditinjau dari cognitive load daripada pembelajaran matematika melalui strategi goal-given problems adalah benar, baik pada fase belajar maupun tes near transfer, namun tidak pada fase tes far transfer.

**b. Perbandingan keefektifan pembelajaran melalui strategi goal-free problems dan strategi goal-given problems ditinjau dari kemampuan transfer siswa**

Kemampuan transfer dalam penelitian ini dinilai dari dua tes, yaitu tes near transfer dan tes far transfer. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara keefektifan faktor strategi pembelajaran goal-free dan strategi goal-given terhadap kemampuan near transfer siswa. Hal tersebut ditunjukkan dari nilai main effect  $F(3, 114)=19,592$ ,  $MSE=0,200$ ,  $p=0,000$ ,  $\eta_p^2=0,147$ . Pada tabel 3 diperoleh rata-rata skor near transfer siswa yang belajar dengan strategi goal-free problems adalah 1,437 dengan standar deviasi 0,396, dan rata-rata skor near transfer siswa yang belajar dengan strategi goal-given problems adalah

1,073 dengan standar deviasi sebesar 0,572. Selain itu, nilai  $\eta^2$  sebesar 0,14 menunjukkan bahwa strategi goal-free problems memberi pengaruh yang tinggi terhadap kemampuan near transfer siswa. Beberapa data tersebut mendukung hipotesis penelitian bahwa strategi goal-free problems efektif memfasilitasi kemampuan near transfer siswa adalah benar.

Nilai signifikansi main effect  $F(3, 114)=12,020$ ,  $MSE=0,056$ ,  $p=0,001$ , dan  $\eta_p^2=0,095$ . Kemampuan far transfer siswa yang belajar dengan strategi goal-free problems lebih tinggi daripada kemampuan far transfer siswa yang belajar dengan strategi goal-given problems ditunjukkan berdasarkan nilai rata-rata kemampuan far transfer. Rata-rata skor kemampuan far transfer siswa yang belajar dengan strategi goal-free problems adalah 0,720 dengan standar deviasi sebesar 0,221, sedangkan rata-rata skor kemampuan far transfer siswa yang belajar dengan strategi goal-given problems adalah 0,570 dengan standar deviasi sebesar 0,249. Selain itu, nilai  $\eta^2$  sebesar 0,095 mengindikasikan bahwa strategi goal-free problems memberikan pengaruh yang sedang terhadap kemampuan far transfer siswa. Hal tersebut mendukung hipotesis penelitian bahwa strategi goal-free problems dapat memfasilitasi far transfer lebih baik daripada strategi goal-given problems.

Berdasarkan beberapa uraian tadi, dapat disimpulkan bahwa strategi goal-free dapat mengalokasikan dan mengoptimalkan kapasitas working memory dengan baik sehingga dapat mengembangkan skema kognitif siswa sehingga membantu siswa untuk memanggil kembali informasi tersebut untuk menyelesaikan masalah lainnya. Strategi goal-free dapat mengurangi beban muatan kognitif dan meningkatkan sejumlah informasi relevan yang dapat ditransfer ke long-term memory, sehingga informasi tersebut dapat digunakan

kembali untuk menyelesaikan masalah lainnya (J. Sweller et al., 2011). Dengan demikian, hipotesis bahwa pembelajaran *goal-free* efektif memfasilitasi kemampuan transfer adalah benar.

**c. Perbandingan keefektifan pembelajaran melalui strategi *goal-free problems* dan strategi *goal-given problems* ditinjau dari *reasoning* siswa**

Hasil pengujian pada data skor tes near transfer menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan faktor strategi pembelajaran terhadap kemampuan *reasoning* siswa. Hal tersebut ditunjukkan dari nilai signifikansi main effect  $F(3, 114) = 5,477$ ,  $MSE = 1,544$ ,  $p = 0,021$ ,  $\eta_p^2 = 0,046$ . Rata-rata skor kemampuan *reasoning* siswa yang belajar dengan strategi *goal-free problems* adalah 4,613 dengan standar deviasi 1,167, sedangkan rata-rata skor kemampuan *reasoning* siswa yang belajar dengan strategi *goal-given problems* adalah 4,078 dengan standar deviasi sebesar 1,434. Berdasarkan nilai eta square sebesar 0,04, dapat dikatakan bahwa strategi *goal-free problems* memberikan pengaruh yang rendah terhadap *reasoning* siswa saat menyelesaikan tes near transfer. Berdasarkan hasil data tersebut, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran dengan strategi *goal-free problems* dapat memfasilitasi kemampuan *reasoning* siswa pada fase tes near transfer.

Hasil analisis data skor kemampuan *reasoning* pada tes far transfer juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara keefektifan strategi pembelajaran terhadap kemampuan *reasoning* siswa. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai signifikansi main effect  $F(1, 114) = 9,154$ ,  $MSE = 0,113$ ,  $p = 0,003$  serta  $\eta_p^2 = 0,074$ . *Reasoning* siswa yang belajar dengan strategi *goal-free problems* lebih baik daripada siswa yang belajar dengan strategi *goal-given problems*. Nilai rata-rata skor kemampuan *reasoning* siswa juga memperkuat penerimaan hipotesis. Diperoleh rata-rata kemampuan *reasoning* siswa yang belajar dengan strategi *goal-free problems* adalah sebesar

2,517 dengan standar deviasi 0,234, sedangkan rata-rata kemampuan *reasoning* siswa yang belajar dengan strategi *goal-given problems* adalah sebesar 2,330 dengan standar deviasi sebesar 0,409. Nilai eta square sebesar 0,07 mengindikasikan bahwa pembelajaran dengan strategi *goal-free problems* mempengaruhi *reasoning* siswa pada fase tes far transfer dalam kategori sedang. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa strategi *goal-free* dapat memfasilitasi kemampuan *reasoning* lebih baik pada fase tes far transfer.

Pembelajaran dengan strategi *goal-free problems* efektif ditinjau dari kemampuan *reasoning* siswa. Hal tersebut ditunjukkan melalui perolehan rata-rata data *reasoning* siswa yang melaksanakan pembelajaran *goal-free problems* secara signifikan lebih baik dibandingkan *goal-given problems*. Hal tersebut dikarenakan pengkoordinasian informasi yang tepat oleh *working memory* sehingga informasi relevan dengan informasi yang ada pada long-term memory menyediakan informasi untuk dapat memberi alasan (*reasoning*). Kemampuan *reasoning* didukung oleh ketersediaan informasi atau memori yang relevan dengan *working memory*. Penelitian Buehner, Krumm, and Pick mengemukakan bahwa terdapat korelasi yang tinggi antara *working memory* dan kemampuan *reasoning* siswa. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa “*storage contexts processor*” dan koordinasi pada *working memory* menjadi prediktor kemampuan *reasoning* (Buehner et al., 2005). Sehingga, ketika informasi yang diproses *working memory* dapat dikoordinasi dengan baik, maka *reasoning* pun akan terfasilitasi dengan baik. Sistem *reasoning* dianalogikan membutuhkan akses ke beberapa informasi untuk mengkonstruksi relasi pengetahuan baru, sementara itu *working memory* menyediakan akses simultan tersebut dengan menempatkannya pada sistem pengkoordinasian yang tepat (Oberauer et al., 2003). Jadi, dapat dikatakan bahwa dengan mengelola *working memory* secara optimal, maka *working*

memory dapat menyediakan sistem pengkoordinasian informasi relevan dan tepat yang diperlukan untuk memberi alasan (*reasoning*) terhadap suatu masalah.

**d. Perbandingan keefektifan pembelajaran dengan seting kolaboratif dan seting individual ditinjau dari cognitive load siswa**

Hasil pengujian data skor *cognitive load* pada fase belajar menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan faktor seting pembelajaran terhadap *cognitive load* siswa. Dapat dilihat pada tabel 2 bahwa nilai  $p=0,02$ ,  $\eta_p^2=0,079$ . Perbedaan yang signifikan juga ditunjukkan oleh faktor seting terhadap *cognitive load* siswa pada fase tes *near transfer*. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai  $p=0,021$ ,  $\eta_p^2=0,046$  pada tabel 2, yang diartikan bahwa seting pembelajaran kolaboratif memberikan pengaruh yang rendah pada *cognitive load* siswa pada fase tes *near transfer*.

Lingkungan belajar kolaboratif dinilai positif dan memberi pengaruh positif, baik dari proses belajar maupun hasil belajar. (Fred Paas et al., 2010). Saat pembelajaran, lingkungan belajar kolaboratif dapat meminimalisir pengerjaan dengan *randomness* atau coba-coba dan menyediakan dukungan kognitif untuk anggotanya, sehingga dapat mengurangi *extraneous cognitive load* dan meningkatkan pemrosesan informasi penting yang mengembangkan skema kognitif (Kalyuga, 2007). Bantuan atau *scaffolding* dari teman sebaya juga mengurangi *cognitive load* melalui komunikasi siswa dalam menyelesaikan masalah (Hmelo-Silver et al., 2007). Berdasarkan perspektif *Cognitive load theory*, sebuah kelompok kolaboratif dapat menjadi pertimbangan sebagai sebuah sistem pemrosesan informasi, yang meliputi, keterbatasan *working memory* menciptakan sebuah *working space*. Dalam pembelajaran kolaboratif, *cognitive load* tugas belajar dapat didistribusikan kepada beberapa *working memory*, sehingga dapat mengurangi resiko beban yang terlalu berat

pada setiap anggota kelompok dan menciptakan penyimpanan sumber kognitif yang lebih besar (Hinsz et al., 1997). Dengan demikian, pembelajaran kolaboratif lebih efektif ditinjau dari *cognitive load* siswa daripada pembelajaran individu, sehingga pembelajaran secara kolaboratif dapat meminimalisir *cognitive load* siswa pada fase tes *near transfer*.

**e. Perbandingan antara keefektifan pembelajaran dengan seting kolaboratif dan seting individual ditinjau dari kemampuan transfer**

Nilai  $p=0,038$ , dan  $\eta_p^2=0,037$  pada tabel 2 menunjukkan bahwa bahwa seting pembelajaran kolaboratif memberikan pengaruh dalam kategori rendah terhadap kemampuan *near transfer* siswa. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan faktor seting pembelajaran terhadap kemampuan *far transfer* siswa, hal tersebut dilihat dari nilai  $p=0,163$  dan  $\eta_p^2=0,017$ . Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa rata-rata kedua seting pembelajaran (kolaboratif dan individual) tidak berbeda secara signifikan.

Pembelajaran kolaboratif dapat menjadi lemah dikarenakan beberapa faktor dalam pembelajaran. Interaksi sosial yang terjadi saat pembelajaran kolaboratif membawa siswa pada situasi adaptasi interaksi yang membingungkan, di mana terjadi pengembangan pengetahuan dasar daripada pengetahuan sekunder (E. Retnowati et al., 2016). Siswa yang belajar dengan cara berkolaborasi atau berkelompok dapat menghambat perkembangan kelompok, bahkan ketika ide-ide yang disampaikan benar dan berpotensi produktif (Webb, 2009). Hal tersebut dikarenakan terdapat percakapan atau diskusi yang tidak saling bertalian, saran-saran yang diajukan, dan pengulangan posisi dan ide-ide, penolakan saran dari yang lainnya, penolakan gagasan tanpa elaborasi atau justifikasi, dan interupsi terhadap gagasan teman lainnya. Hal tersebut membuat pembelajaran dengan kolaboratif dapat menjadi penghambat

proses belajar (penambahan *schema acquisition*), sehingga menghambat siswa untuk menyelesaikan masalah pada fase tes. Oleh karena itu, siswa terhambat dalam menyelesaikan masalah yang memiliki konteks berbeda dengan konteks masalah pada fase *near transfer*, sehingga siswa kesulitan untuk menyelesaikan masalah *far transfer*.

**f. Perbandingan keefektifan pembelajaran dengan seting kolaboratif dan seting individual ditinjau dari reasoning siswa**

Tidak terdapat perbedaan yang signifikan faktor seting pembelajaran dengan kemampuan reasoning siswa pada tes *near transfer*. Hal didasarkan pada nilai Main effect  $F(3, 114)=0,693$ ,  $MSE= 1,544$ ,  $p=0,407$  dan  $\eta_p^2 = 0,006$ . Faktor seting pembelajaran juga tidak memberikan pengaruh terhadap kemampuan reasoning siswa pada fase tes *far transfer*. Hal tersebut didasarkan pada nilai Main effect  $F(3, 114)=0,845$ ,  $MSE=0,113$ ,  $p= 0.360$  dan  $\eta_p^2= 0,007$ .

Meskipun *cognitive load* dapat diminimalisir, pembelajaran kolaboratif tidak memberikan efek yang signifikan pada kemampuan *reasoning*. Hal tersebut dipengaruhi oleh total *cognitive load* yang diterima siswa saat fase belajar, *cognitive load* yang dialami siswa saat menyelesaikan tugas tidak dapat mempengaruhi hasil belajar siswa. (Raaijmakers et al., 2017) mengemukakan bahwa sangat mungkin bahwa siswa yang mengalami *cognitive load* yang tinggi memperoleh hasil belajar yang rendah dan siswa yang mengalami *cognitive load* yang rendah memperoleh hasil belajar yang tinggi. Belajar secara kolaboratif memungkinkan siswa untuk menerima informasi secara berlebihan (*redundant*), di mana *redundant* dapat mengakibatkan pembelajaran menjadi tidak efektif (F. Paas et al., 2004). Interaksi yang terjadi pada kelompok dapat menghadirkan konflik pada *working memory* karena proses negosiasi pengetahuan siswa dengan teman lainnya

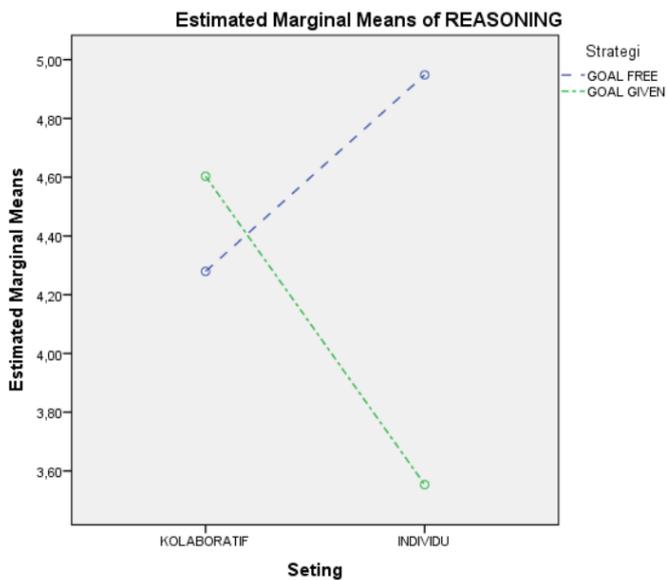
akan membuat *working memory* sibuk mengasosiasikan pengetahuan tersebut.

**g. Interaction effect antara strategi pembelajaran dan seting pembelajaran ditinjau dari cognitive load siswa**

Berdasarkan uji analisis yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa tidak terdapat efek interaksi antara faktor strategi pembelajaran dan faktor seting pembelajaran terhadap *cognitive load* siswa (pada fase belajar). Diperoleh nilai Interaction Effect  $F(3, 114)=0,001$ ,  $MSE=2,492$ ,  $p= 0,973$  dan  $\eta_p^2 = 0,000$ . Hasil analisis menunjukkan bahwa skor *cognitive load* siswa pada fase *near transfer* tidak berinteraksi pada faktor strategi pembelajaran dengan seting pembelajaran. Hal tersebut diindikasikan dari nilai  $F(3,114) = 3,605$ ,  $MSE=3,222$ ,  $p=0,060$ ,  $\eta_p^2 =0,031$ . Berdasarkan hasil data *cognitive load* pada fase tes *far transfer* yang telah dianalisis, diketahui bahwa tidak terdapat interaksi signifikan antara faktor seting dan strategi pembelajaran terhadap *cognitive load* siswa pada fase *far transfer test*. Hal tersebut dapat ditunjukkan melalui nilai Main Effect  $F(3, 114) = 0,806$ ,  $MSE=2,266$ ,  $p=0,371$ ,  $\eta_p^2=0,007$ .

**h. Interaction effect antara strategi pembelajaran dan seting pembelajaran ditinjau dari reasoning siswa**

Meskipun tidak terdapat interaction effect antara faktor strategi dan seting pembelajaran terhadap *reasoning* siswa pada tes *far transfer*, namun terdapat interaksi yang signifikan antara faktor strategi dan seting pembelajaran terhadap *reasoning* siswa pada fase tes *near transfer*. Hal tersebut ditunjukkan dari nilai Main Effect  $F(3, 114) = 14,111$ ,  $MSE= 1,544$ ,  $p=0,000$ , dan  $\eta_p^2= 0,110$ . Hal ini memberi arti terdapat pengaruh bersama atau *joint effect* antara faktor strategi dan seting pembelajaran terhadap kemampuan *reasoning* siswa. Nilai eta square juga menunjukkan bahwa faktor strategi dan seting pembelajaran memberikan pengaruh dalam kategori sedang terhadap *reasoning* pada tes *near transfer*. Hubungan interaksi faktor strategi dan seting pembelajaran ditinjau dari *reasoning* ini dapat dilihat pada diagram berikut.



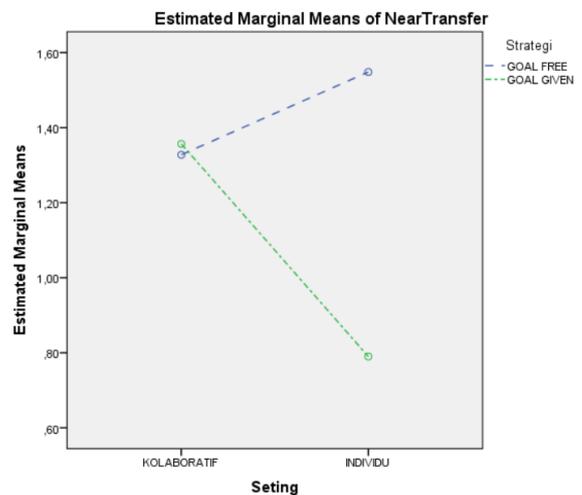
Gambar 1. Diagram Interaksi Skor Reasoning

Diagram 1 pada Gambar 1 menunjukkan bahwa faktor strategi dan faktor seting saling berinteraksi terhadap *reasoning* pada fase *far transfer*. Dua ruas garis, yaitu ruas garis strategi *goal-free* dan ruas garis *goal-given* saling berpotongan. Selain itu, arah ruas garis *goal-given* menunjukkan bahwa seting kolaboratif mempengaruhi *reasoning* lebih baik dibandingkan seting individu, sedangkan arah ruas garis *goal-free* menunjukkan bahwa seting individu mempengaruhi *reasoning* lebih baik dibandingkan seting kolaboratif. Hal tersebut ditinjau berdasarkan arah ruas garis, di mana ruas garis *goal-given* semakin naik ke arah atas pada faktor seting kolaboratif, dan ruas garis *goal-free* semakin naik ke atas Diagram 1.

**i. Interaction effect antara strategi pembelajaran dan seting pembelajaran dari kemampuan transfer siswa**

Terdapat interaksi yang signifikan antara faktor strategi pembelajaran dan seting pembelajaran terhadap kemampuan *near transfer* siswa. Hal tersebut terlihat dari nilai  $F(3, 114)=22,842$ ,  $MSE=0,200$ ,  $p=0,000$ , serta  $\eta^2 = 0.167$ . Hal ini memberi arti terdapat pengaruh bersama atau joint effect antara faktor strategi

dan seting pembelajaran terhadap kemampuan *near transfer* siswa. Hubungan interaksi faktor strategi dan seting pembelajaran ditinjau dari kemampuan *near transfer* dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram Interaksi Skor Kemampuan Near Transfer

Berdasarkan diagram diatas yang telah disajikan, diperoleh informasi bahwa terdapat interaksi yang signifikan antara strategi pembelajaran dan seting pembelajara. Berdasarkan diagram 6 diketahui bahwa faktor strategi, yaitu dua ruas garis yang mewakili strategi *goal-free* dan *goal-given* berpotongan di satu titik yang mengindikasikan terdapatnya interaksi efek yang signifikan. Berdasarkan arah ruas garis, dapat dilihat bahwa ruas garis *goal-given* cenderung naik pada faktor seting kolaboratif, dan ruas garis *goal-free* cenderung naik pada faktor seting individu. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa faktor seting pada kedua strategi saling berinteraksi, di mana strategi *goal-given* dan seting kolaboratif memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan seting individu, sedangkan strategi *goal-free problems* dan seting individu memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan seting kolaboratif.

Uji analisis lanjutan dilakukan untuk mengetahui kelompok mana yang memberikan pengaruh signifikan dari interaksi faktor seting dan strategi pembelajaran. Adapaun uji analisis lanjutan yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji simple effect test menggunakan uji-t.

Berdasarkan hasil analisis uji-t diperoleh bahwa strategi goal-given melalui seting pembelajaran kolaboratif lebih efektif ditinjau dari kemampuan near transfer siswa.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pelaksanaan penelitian yang telah dianalisis, maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran matematika dengan strategi *goal-free problems* lebih efektif dibandingkan pembelajaran matematika dengan strategi *goal-given problem* ditinjau dari kemampuan transfer (*near* dan *far transfer*), *reasoning*, namun tidak efektif ditinjau dari *cognitive load* pada saat tes *far transfer*. Selain itu, didapat bahwa pembelajaran matematika kolaboratif lebih efektif dibandingkan dengan pembelajaran matematika individual ditinjau dari kemampuan *near transfer* dan *cognitive load* pada fase belajar dan fase tes *near transfer*, namun *reasoning* dengan pembelajaran individual lebih baik daripada pembelajaran kolaboratif.

Ditemukan interaksi yang signifikan antara faktor strategi dan faktor seting pembelajaran ditinjau dari kemampuan *near transfer* dan *reasoning* pada tes *near transfer* pada kelompok pembelajaran individual dengan strategi *goal-free problem* dan kelompok pembelajaran kolaboratif dengan strategi *goal-given problem*.

### Implikasi

Pembelajaran berbasis masalah dengan strategi *goal-free problems* dapat dijadikan alternatif sebagai pembelajaran yang lebih baik untuk memfasilitasi kemampuan *transfer* siswa dan *reasoning* siswa. Meskipun pembelajaran kolaboratif memiliki banyak keunggulan, namun pembelajaran kolaboratif tidak selalu efektif, hal tersebut disebabkan beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan, yaitu keberagaman kemampuan matematis dalam kelompok; lingkungan interaksi sosial yang dapat membawa siswa pada situasi yang membingungkan; dan keikutsertaan masing-masing individu dalam mengemukakan ide

dalam kelompok. Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan pembelajaran individu lebih disarankan untuk memfasilitasi kemampuan *reasoning* siswa. Lebih jauh, pembelajaran individual dengan strategi *goal-given* lebih disarankan untuk memfasilitasi kemampuan *transfer* dan *reasoning* siswa, terutama untuk materi baru atau kompleks.

### Saran

1. Penerapan strategi *goal-free problems* untuk materi lainnya untuk memfasilitasi pembelajaran yang lebih baik
2. Akan lebih baik diberikan angket untuk mengetahui bagaimana pendapat atau ketertarikan siswa terhadap pelaksanaan pembelajaran *goal-free problems*
3. Pembelajaran kolaboratif sebaiknya diterapkan pada siswa yang bermotivasi tinggi dalam belajar, sehingga pelaksanaan kolaboratif sesuai dengan yang diharapkan
4. Keberagaman siswa (berbagai kemampuan matematis) dalam belajar secara kolaboratif perlu diperhatikan agar pelaksanaan pembelajaran kolaboratif optimal (siswa dapat melampaui ZPD melalui diskusi dan bertambahnya skema pengetahuan melalui diskusi).

## REFERENSI

- Abdullah, N. I., Tarmizi, R. A., & Abu, R. (2010). The effects of Problem Based Learning on mathematics performance and affective attributes in learning statistics at form four secondary level. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8(5), 370–376. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.052>
- Ayres, P. L. (1993). Why goal-free problems can facilitate learning. *Contemporary Educational Psychology*, 18(3), 376–381.
- Ayres, P., & Sweller, J. (1990). Locus of difficulty in multistage mathematics problems. *The American Journal of Psychology*, 167–193.
- Brodie, K. (2009). *Teaching mathematical reasoning in secondary school classrooms*.

Springer Science & Business Media.

- Buehner, M., Krumm, S., & Pick, M. (2005). Reasoning= working memory≠ attention. *Intelligence*, 33(3), 251–272.
- Cindy, E. H. S. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266.
- Clark, R. C., Nguyen, F., & Sweller, J. (2011). *Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. John Wiley & Sons.
- Cresswell, J. W. (2013). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (4th ed.)*. Sage Publication.
- Hinsz, V. B., Vollrath, D. A., & Tindale, R. S. (1997). The emerging conceptualization of groups as information processors. *Psychological Bulletin*, 121(1), 43–64. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.43>
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: a response to Kirschner, Sweller, and. *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107.
- Kalyuga, S. (2007). Enhancing instructional efficiency of interactive e-learning environments: A cognitive load perspective. *Educational Psychology Review*, 19(3), 387–399. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9051-6>
- Kirschner, F., Paas, F., & Kirschner, P. A. (2009). A cognitive load approach to collaborative learning: United brains for complex tasks. *Educational Psychology Review*, 21(1), 31–42. <https://doi.org/10.1007/s10648-008-9095-2>
- Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity?! *Intelligence*, 14(4), 389–433.
- Mamede, S., Schmidt, H. G., & Norman, G. R. (2006). Innovations in problem-based learning: What can we learn from recent studies? *Advances in Health Sciences Education*, 11(4), 403–422. <https://doi.org/10.1007/s10459-006-9018-2>
- Nazir, M. (2014). *Metode penelitian*. Ghalia Indonesia.
- Oberauer, K., Süß, H. M., Wilhelm, O., & Wittman, W. W. (2003). The multiple faces of working memory: Storage, processing, supervision, and coordination. *Intelligence*, 31(2), 167–193. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(02\)00115-0](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(02)00115-0)
- Owen, E., & Sweller, J. (1985). What do students learn while solving mathematics problems? *Journal of Educational Psychology*, 77(3), 272.
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1–4.
- 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.
- Paas, Fred, van Gog, T., & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: New conceptualizations, specifications, and integrated research perspectives. *Educational Psychology Review*, 22(2), 115–121. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9133-8>
- Raaijmakers, S. F., Baars, M., Schaap, L., Paas, F., & Van Gog, T. (2017). Effects of performance feedback valence on perceptions of invested mental effort. *Learning and Instruction*, 51, 36–46.

Retnowati, E., Ayres, P., Sweller, J., Retnowati, E., Ayres, P., & Sweller, J. (2016). Journal of Educational Psychology Can Collaborative Learning Improve the Effectiveness of Worked Examples in Learning Mathematics? Can Collaborative Learning Improve the Effectiveness of Worked Examples in Learning Mathematics? *Journal of Educational Psychology*. <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000167>

Retnowati, E. S., & Murdanu. (2015). *Efektivitas Goal-Free Problems Dalam Pembelajaran Matematika Kolaboratif Ditinjau Dari Muatan Kognitif dan Kemampuan Transfer Pengetahuan*. Yogyakarta State University.

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Measuring cognitive load*. In *Cognitive load theory* (pp. 71-85). Springer, New York, NY.

Sweller, John. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(88\)90023-7](https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90023-7)

Watson, J. M., & Moritz, J. B. (2001). Development of reasoning associated with pictographs: Representing, interpreting, and predicting. *Educational Studies in Mathematics*, 48(1), 47–81.

Webb, N. M. (2009). The teacher's role in promoting collaborative dialogue in the classroom. *British Journal of Educational Psychology*, 79(1), 1–28. <https://doi.org/10.1348/000709908X380772>

Wirth, J., & Leutner, D. (2008). Self-regulated learning as a competence: Implications of theoretical models for assessment methods. *Zeitschrift Für Psychologie/Journal of Psychology*, 216(2), 102.