

## Apakah Strategi *Goal-Free* Dapat Memfasilitasi Literasi Matematika Siswa?

Irna K.S. Blegur<sup>1</sup>, Kartika N. Oktaviani<sup>2</sup>, Endah Retnowati<sup>3</sup>

Jurusan Pendidikan Matematika, Program Pasca Sarjana, Universitas Negeri Yogyakarta<sup>1,2</sup>

Jurusan Pendidikan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta<sup>3</sup>

irna.karlina2016@student.uny.ac.id

**Abstrak**—Literasi matematika berkaitan dengan kemampuan siswa untuk mengkomunikasikan gagasan atau ide-ide matematika secara efektif dalam menyelesaikan masalah-masalah matematika. Karena itu, mengembangkan literasi matematika siswa dapat dilakukan apabila pemecahan masalah menjadi fokus utama dalam pembelajaran matematika. Pemecahan masalah dalam matematika dapat dipandang sebagai kegiatan pembelajaran untuk menyelesaikan masalah yang non-rutin yaitu masalah yang memuat konsep dan prosedur yang baru bagi siswa sehingga membutuhkan penalaran. Belajar melalui pemecahan masalah dapat memfasilitasi siswa dalam memberikan alasan dan mengasah kemampuan untuk menjelaskan fakta dari hasil pengamatan. Masalah dalam matematika dapat disajikan dengan berbagai strategi, misalnya secara verbal, kontekstual, dengan *specific goal* atau *goal-free*. Menurut *Cognitive Load Theory* (CLT), masalah matematika yang disajikan dengan strategi *goal-free* untuk siswa dengan pengetahuan awal rendah dapat mengurangi *extraneous cognitive load*. *Goal-free* merupakan strategi pembelajaran yang dikembangkan oleh CLT dengan menghilangkan tujuan akhir dari masalah yang diberikan. Prinsip ini mengarahkan siswa untuk bekerja maju berdasarkan “apa yang diketahui” dan bukan “apa yang ditanyakan”. Akibatnya *working memory* dapat membangun pengetahuan secara maksimal. Artikel ini membahas mengenai strategi *goal-free* dan contoh desain masalah dengan menggunakan strategi ini dalam pembelajaran trigonometri. Lebih lanjut, terkait bagaimana strategi *goal-free* dapat memfasilitasi literasi matematika siswa juga dibahas dalam artikel ini.

**Kata kunci:** strategi *goal-free*, literasi matematika siswa

### I. PENDAHULUAN

Memasuki era globalisasi pada abad 21 ini, seseorang dituntut untuk tidak hanya sekedar mengetahui dan memahami ilmu pengetahuan saja melainkan juga harus dapat memanfaatkan pengetahuan tersebut menjadi suatu hal yang baru yang dapat menunjang kehidupannya. Ini berarti manusia dituntut untuk dapat berfikir kritis, kreatif dan inovatif agar dapat memecahkan masalah yang dialaminya. Pendapat ini sejalan dengan pendapat Triling dan Fadel [1] yang menyatakan bahwa untuk memasuki “*New World of Work*” pada abad 21, keterampilan yang harus dimiliki oleh seseorang adalah “7Cs” dan “3Rs”. Beberapa dari kemampuan-kemampuan tersebut adalah berfikir kritis, memecahkan masalah, kreatif dan inovatif.

Pendidikan pada umumnya dan pendidikan matematika pada khususnya diharapkan dapat melengkapi siswa untuk memiliki kemampuan-kemampuan yang telah disebutkan di atas agar dapat menunjang kehidupan seorang siswa. *Pacific Policy Research* [2] menyatakan bahwa kemampuan berfikir kreatif, fleksibel, memecahkan masalah, kolaborasi dan inovatif merupakan keterampilan yang dibutuhkan untuk sukses dalam kehidupan. Karena itu pendidikan diharapkan mampu untuk mengembangkan kemampuan-kemampuan tersebut. Secara singkat dapat dikatakan bahwa pendidikan diharapkan mampu untuk membekali siswa agar memiliki kemampuan untuk menerapkan pengetahuan yang dimilikinya agar dapat memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Proses menggunakan matematika dalam memecahkan masalah disebut sebagai kemampuan literasi matematika.

OECD [3] menyatakan “*mathematical literacy domain is concerned with the capacities of students to analyse, reason, and communicate ideas effectively as they pose, formulate, solve and interpret mathematical problems in a variety of situations*”. Kutipan ini dapat diartikan bahwa literasi matematika berkaitan dengan kemampuan siswa untuk mengkomunikasikan gagasan atau ide-ide matematika secara efektif dalam menyelesaikan masalah-masalah matematika. Karena itu mengembangkan literasi matematika siswa dapat dilakukan apabila pemecahan masalah menjadi fokus utama dalam pembelajaran matematika seperti yang dimandatkan oleh *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) [4, 5]

Pemecahan masalah dalam matematika dapat dipandang sebagai kegiatan pembelajaran untuk menyelesaikan masalah yang non-rutin [6, 7] yaitu masalah yang memuat konsep dan prosedur yang baru bagi siswa sehingga membutuhkan penalaran. Schmidt et. al., [8] menyimpulkan bahwa pemecahan masalah adalah proses penting pada pembelajaran karena dapat memfasilitasi siswa dalam memberikan alasan dan kemampuan untuk menjelaskan fakta dari hasil pengamatan. Menurut Bell [4] belajar melalui pemecahan masalah dapat meningkatkan daya analitis siswa dalam situasi apapun. Pentingnya pemecahan masalah sebagai fokus utama dalam pembelajaran matematika juga telah disampaikan oleh banyak ahli matematika lainnya [9-11]

Masalah dalam matematika dapat disajikan dengan berbagai strategi, misalnya secara verbal, kontekstual, dengan *specific goal* atau *goal-free*. Menurut *Cognitive Load Theory* (CLT), masalah matematika yang disajikan dengan strategi *goal-free* untuk siswa dengan pengetahuan awal rendah dapat mengurangi *extraneous cognitive load* [12]. Dengan demikian, apa itu strategi *goal-free*? Bagaimana desain pembelajaran dengan menggunakan strategi ini? Apakah strategi ini dapat memfasilitasi literasi matematika siswa? Artikel ini merupakan *study literature* yang bertujuan membahas strategi *goal-free* untuk materi trigonometri dan bagaimana siswa dapat mengembangkan literasi matematikanya dari perspektif CLT.

## II. KAJIAN PUSTAKA DAN PEMBAHASAN

### A. *Cognitive Load Theory*

Belajar merupakan suatu proses kognitif untuk mengkonstruksi pengetahuan di *working memory* dan disimpan secara permanen pada *long-term memory* [7]. *Working memory* dan *long-term memory* merupakan dua dari tiga sistem memori yang digunakan dalam proses kognitif untuk membangun pengetahuan [13]. Karena itu kapasitas dari kedua sistem memori ini perlu dipertimbangkan agar proses belajar menjadi efisien. Teori yang mengembangkan desain-desain pembelajaran dengan mempertimbangkan kapasitas kedua memori ini adalah *Cognitive Load Theory* (CLT) [10, 12, 14-16]

Menurut CLT proses belajar perlu memperhatikan muatan kognitif (*cognitive load*) yang diproses oleh *working memory* dan pengetahuan awal (*prior knowledge*) yang tersimpan dalam *long-term memory*. Apabila muatan kognitif lebih besar dari kapasitas *working memory* maka belajar akan menjadi sulit dan pembangunan pengetahuan akan menjadi terhambat bila pengetahuan prasyarat siswa tidak memadai [17]. CLT berpendapat bahwa terdapat dua jenis muatan kognitif selama pembelajaran yang mempengaruhi *working memory* yaitu *intrinsic cognitive load* dan *extraneous cognitive load* [12]. *Intrinsic cognitive load* dalam pembelajaran merupakan beban pikir yang dihadirkan oleh tingkat kompleksitas pada bahan ajar yang diberikan. Kompleksitas dari materi berasal dari jenis materi pembelajaran itu sendiri dan ditentukan oleh *prior knowledge* yang disyaratkan. Sedangkan *extraneous cognitive load* merupakan beban pikir yang hadir dalam *working memory* yang disebabkan karena teknik penyajian dari bahan ajar. Menurut Sweller, et.al. [12], proses pembelajaran sebaiknya meminimalkan *extraneous cognitive load*. Penyajian materi yang baik akan memberikan muatan kognitif yang kecil sekalipun materi yang diberikan memiliki kompleksitas yang tinggi.

CLT mengembangkan strategi-strategi pembelajaran berdasarkan prinsip-prinsip yang telah terbukti secara empiris. CLT berfokus untuk menemukan strategi-strategi alternatif pemecahan masalah selain dari pada strategi konvensional seperti *means ends analysis* [12, 17-20]. Strategi *means ends* merupakan strategi yang umumnya dipakai oleh siswa dengan pengetahuan awal rendah ketika menyelesaikan masalah yang disajikan secara *goal given*. Menurut CLT strategi *means ends* menghadirkan *extraneous cognitive load* yang tinggi pada *working memory* [19, 20] akibatnya pembangunan pengetahuan menjadi kurang optimal, karena itu penggunaan strategi ini sebaiknya dikurangi. Cara mengurangi penggunaan strategi *means ends* yang dikembangkan oleh CLT adalah dengan menyajikan masalah secara *goal-free* [12, 17-19]. Penjelasan terkait strategi *goal-free* tersedia pada pembahasan selanjutnya.

### B. *Goal-Free Problems*

*Goal-free problems* juga dikenal sebagai *no-goal problems* [12] merupakan strategi pembelajaran yang tidak menentukan tujuan akhir dalam masalah yang diberikan [12, 18, 19, 21]. *Goal-free problems* merupakan strategi pembelajaran pertama yang diselidiki dalam CLT [12]. Masalah *goal-free* terjadi ketika masalah konvensional dengan tujuan tertentu (*specific goal / goal given*) digantikan oleh masalah dengan tujuan non-spesifik (*no-specific goal / goal-free*). Misalnya, dalam trigonometri tingkat sekolah menengah, masalah pada umumnya akan meminta siswa untuk menghitung sisi tertentu yang belum diketahui pada suatu segitiga, misalnya sisi  $x$ . Sebaliknya, masalah *goal free* tidak akan mengharuskan siswa untuk secara khusus menghitung sisi  $x$ , tetapi menggunakan kata-kata yang lebih

umum seperti “Hitunglah sisi lain yang belum diketahui sebanyak mungkin”. Kata-kata yang lebih umum yang digunakan pada masalah *goal-free* membuat siswa bebas untuk menghitung sisi lain yang mereka bisa, dimana perhitungan ini masih akan memungkinkan siswa untuk menghitung sisi yang ditargetkan dari masalah konvensional (sisi  $x$ ).

Asal-usul *goal free problems* bermula ketika para siswa dengan pengetahuan awal rendah memecahkan masalah konvensional (masalah dengan tujuan akhir atau *goal given*), para siswa akan bekerja mundur dari tujuan yang diberikan. Larkin, et.al.; Simon dan Simon [12] menyatakan untuk menyelesaikan masalah konvensional (*goal given*) umumnya para siswa akan menggunakan strategi konvensional yakni *means ends analysis* untuk memecahkan masalah dari apa yang ditanyakan. Lebih lanjut Sweller, et. al. [12] menyatakan strategi *means ends* yang digunakan oleh siswa pemula efektif untuk memecahkan masalah, namun menghadirkan muatan kognitif yang tinggi akibatnya pembangunan pengetahuan menjadi tidak optimal. Karena itu penggunaan strategi *means ends* sebaiknya dihindari. Cara untuk menghindari penggunaan strategi ini dapat dilakukan dengan menghilangkan tujuan akhir dari masalah yang diberikan (*goal-free problems*).

Dengan tidak memberi tujuan akhir (*goal-free*), siswa dapat menggunakan kapasitas *working memory* yang terbatas untuk membangun pengetahuan lebih maksimal [18]. Dalam penelitiannya, Ayres [18] menyimpulkan bahwa penggunaan *goal-free problems* dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah akibat berkurangnya *extraneous cognitive load* yang ada dalam *working memory*. Ayres mengkonstruksi sebuah masalah geometri di mana hanya mungkin untuk menghitung dua sudut,; sudut yang menjadi tujuan dan sudut sub-tujuan. Kelompok *goal given* (menentukan nilai sudut  $x$ ) dibandingkan dengan kelompok *goal-free* (menentukan sebanyak mungkin sudut yang tidak diketahui). Karena struktur masalah, kedua kelompok hanya bisa menentukan sudut yang sama dan ruang masalah yang identik. Namun, hasil yang ditunjukkan kelompok *goal-free* membuat kesalahan lebih sedikit daripada kelompok *goal given*. Menurutnya dengan mencegah penggunaan strategi *means ends*, siswa dengan pendekatan *goal-free* mampu mengadopsi strategi pemecahan masalah yang berbeda dalam waktu singkat. Penelitian lebih lanjut yang dilakukan oleh Ayres di tahun 1998 [12] terkait masalah aplikasi dari teorema Pythagoras menunjukkan bahwa pendekatan *goal-free* lebih memfasilitasi pembelajaran dibandingkan dengan masalah konvensional (*goal given*). Hasil yang sama juga disampaikan oleh Retnowati, Sugiman & Murdanu [22] yang menyimpulkan bahwa siswa yang belajar menggunakan pembelajaran *goal-free* memiliki skor kemampuan transfer yang lebih baik dibandingkan dengan siswa dengan pembelajaran *goal given*.

Sweller, et.al. [12] menyatakan dengan menciptakan lingkungan *goal-free*, belajar tidak didominasi oleh strategi untuk menghubungkan tujuan dengan masalah. Siswa difokuskan hanya pada keadaan apa yang diketahui dan bagaimana cara untuk sampai ke pada apa yang ditanyakan. Dengan prinsip bekerja maju seperti ini (tanpa mengetahui tujuan secara spesifik) membuat muatan kognitif pada *working memory* akan berkurang sehingga memberikan kapasitas yang lebih untuk proses akuisisi dan otomatisasi pengetahuan [21]. Selain itu dengan prinsip bekerja maju dapat menurunkan interaktivitas antar elemen dari informasi yang sedang diolah oleh *working memory*. Penurunan interaksi elemen dapat mengakibatkan pengurangan *extraneous cognitive load* dan meningkatkan pembelajaran [12]. Penjelasan terkait penyajian masalah secara *goal-free* dan bagaimana strategi ini dapat memfasilitasi literasi matematika siswa dijelaskan pada pembahasan selanjutnya.

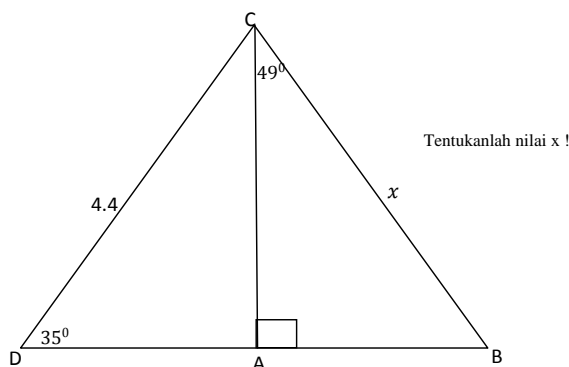
### C. Desain Goal-Free Problems Dalam Pembelajaran Trigonometri

Penyajian masalah secara *goal-free* terjadi ketika masalah disajikan tanpa tujuan akhir yang spesifik. Penyajian masalah tanpa tujuan akhir yang spesifik mengakibatkan siswa hanya memiliki informasi terkait apa yang diketahui dan bagaimana menyelesaikan permasalahan yang ada dengan menggunakan informasi yang diketahui tersebut. Hal inilah yang mengakibatkan siswa menghindari penggunaan strategi *means ends* dan akan menyelesaikan masalah dengan menggunakan prinsip bekerja maju (*working forward strategy*) [12]

Sebuah contoh, dalam pembelajaran trigonometri tingkat sekolah menengah, masalah terkait materi ini dapat disajikan secara kontekstual seperti: “Seorang pengamat melihat ujung atas sebuah pohon dengan sudut elevasi  $30^\circ$ . Jika jarak pengamat ke pohon 60 m dan tinggi pengamat adalah 1.2 m, berapa tinggi pohon tersebut?”. Untuk menyelesaikan masalah seperti ini, umumnya siswa akan menggambar sebuah segitiga siku-siku untuk mengilustrasikan konteks dari masalah yang diberikan. Apabila siswa memiliki pengetahuan prasyarat yang cukup dalam hal ini konsep dasar perbandingan

trigonometri dan sudut elevasi maka masalah ini dapat diselesaikan dengan baik. Namun, bagi siswa dengan pengetahuan prasyarat yang kurang, akan menyelesaikan masalah ini dengan menggunakan metode *guess and check* untuk memperkirakan tinggi pohon, tanpa memahami secara baik bagaimana mengaplikasikan pengetahuan trigonometri yang telah dipelajarinya.

Masalah trigonometri juga dapat disajikan dengan menggunakan diagram dan pada umumnya akan meminta siswa untuk menghitung sisi tertentu yang belum diketahui pada suatu segitiga, misalnya sisi  $x$ . Penyajian masalah dengan menggunakan strategi ini ditunjukkan pada Gambar 1 (diadaptasi dari penelitian yang dilakukan oleh Sweller [19]). Permasalahan ini sebenarnya dapat diselesaikan dengan dua langkah saja menggunakan pengetahuan dasar perbandingan dasar trigonometri



GAMBAR 1. CONTOH MASALAH *GOAL GIVEN*

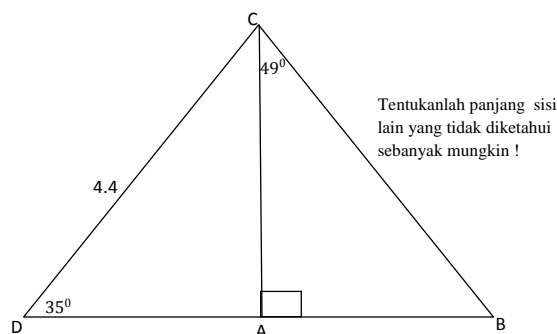
yakni konsep sinus dan cosinus. Pertama siswa menentukan terlebih dahulu panjang sisi AC dengan menggunakan konsep perbandingan sinus. Setelah mendapatkan sisi AC, siswa dapat menggunakan perbandingan cosinus untuk menentukan nilai  $x$ . Bagi siswa dengan pengetahuan prasyarat cukup, penyelesaian masalah ini menjadi hal yang sangat mudah dan dapat diselesaikan dengan baik. Namun, bagi siswa dengan pengetahuan prasyarat yang tidak memadai, penyajian masalah dengan teknik penyajian seperti ini akan menimbulkan banyak kemungkinan langkah-langkah penyelesaian yang terpikirkan.

Siswa dengan pengetahuan prasyarat yang rendah, setelah melihat *goal* (tujuan) dari masalah umumnya akan menentukan bagian manakah yang harus dicari terlebih dahulu (*sub goal*) untuk mendapatkan nilai  $x$ . *Sub goal* dalam masalah ini adalah sisi AC, sehingga siswa akan kembali memikirkan lagi bagaimana cara untuk mendapatkan sisi AC berdasarkan informasi yang diberikan. Akan ada banyak kemungkinan lagi yang dipikirkan oleh siswa dalam tahap ini. Kemungkinan pertama yang mungkin dipikirkan adalah dengan menggunakan teorema Pythagoras. Namun setelah mencoba mengaplikasikan teorema ini, ternyata siswa akan mengalami kegagalan akibat kurangnya informasi yang dibutuhkan yakni sisi AD. Sehingga siswa akan memikirkan kembali cara yang dilakukan untuk mendapatkan sisi AD (*sub goal* dari *sub goal* AC) berdasarkan informasi yang diketahui. Apabila cara yang dipikirkan siswa berhasil menentukan panjang sisi AD, maka siswa akan meneruskan cara pada kemungkinan pertama untuk menentukan *sub goal* yang dicari yakni panjang sisi AC. Namun apabila tidak berhasil, maka siswa akan kembali memikirkan kemungkinan lain selain kemungkinan pertama untuk menentukan panjang sisi AC. Begitu seterusnya sampai siswa dapat menentukan panjang sisi AC dan *sub goal* lainnya yang dibutuhkan untuk menemukan *goal* yang telah diberikan yakni sisi  $x$ .

Ayres [18] menjelaskan bahwa siswa membuat banyak kesalahan ketika menentukan *sub goal* dan *sub-sub goal* sebelum siswa menyelesaikan *goal* yang diberikan. Fenomena ini disebut sebagai *Stage Effect* [18, 19]. Menurut Ayres, *stage effect* membuat kapasitas *working memory* yang terbatas digunakan untuk mengolah informasi yang tidak efisien. *Stage effect* terjadi sebagai akibat dari penggunaan strategi *means ends* yaitu strategi dengan prinsip bekerja mundur dari apa yang ditanyakan (*goal*) kepada apa yang diketahui. Penggunaan strategi *means ends* adalah hambatan utama untuk pembelajaran yang efisien [12]. Sweller, Mawer, & Howe [12] menjelaskan strategi *means ends* tidak mempromosikan aturan induksi atau akuisisi skema prosedural tertentu. Meskipun masalah bisa diselesaikan dengan menggunakan cara ini, namun hanya terjadi proses belajar memecahkan masalah yang sedikit. Hal inilah yang membuat siswa mengalami kesulitan dalam menyampaikan kembali gagasan atau ide-ide

matematika yang digunakan dalam menyelesaikan masalah matematika yang dihadapi. Penggunaan strategi *means ends* sebaiknya dicegah atau dikurangi [18].

Mencegah atau mengurangi penggunaan strategi *means ends* selama pemecahan masalah dapat dicapai dengan menghapus tujuan spesifik dari masalah. Gambar 2 memberikan contoh bagaimana menyajikan masalah dengan strategi ini. Masalah dalam Gambar 2 merupakan modifikasi dari masalah yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pada Gambar 1, nilai  $x$  diberikan sebagai tujuan akhir (*goal*) dari masalah. Sedangkan, pada Gambar 2 “nilai  $x$ ” digantikan dengan “panjang sisi lain yang tidak diketahui sebanyak mungkin”. Pernyataan ini mengarahkan siswa untuk memahami informasi yang telah diberikan (panjang sisi DC, sudut ADC, dan sudut ACB) dan berfokus pada bagaimana memahami konsep perbandingan trigonometri (sinus, cosinus, tangen dan kebalikannya) yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah ini.



GAMBAR 2. CONTOH MASALAH *GOAL FREE*

Solusi yang diperlukan pada masalah dalam Gambar 2 adalah panjang sisi AD, AC, AB dan panjang sisi BC. Dengan berbantuan informasi panjang sisi CD dan besar sudut ADC, siswa akan menemukan bahwa konsep perbandingan cosinus dapat digunakan untuk menentukan panjang sisi AD. Lalu dengan menggunakan informasi yang sama, siswa akan menemukan bahwa konsep perbandingan sinus dapat digunakan untuk menentukan panjang sisi AC. Siswa juga dapat mengaplikasikan teorema Pythagoras untuk mendapatkan panjang sisi AC apabila terlebih dahulu menentukan panjang sisi AD dengan menggunakan perbandingan trigonometri, begitu pun sebaliknya. Setelah mendapatkan panjang sisi AC dan AD, siswa dapat menentukan panjang sisi AB dan BC dengan menggunakan teknik sama. Yang menjadi catatan dalam hal ini adalah ketika tujuan yang spesifik dihilangkan siswa akan belajar memahami dan bagaimana menyelesaikan masalah berdasarkan informasi yang diberikan. Siswa tidak hanya dihindarkan dari strategi *means ends* dengan prinsip bekerja maju dari apa yang diketahui, namun siswa juga belajar menentukan solusi dari masalah berdasarkan informasi yang ada. Proses ini membuat siswa dapat mengkonstruksi pemahaman terkait materi yang dipelajarinya dengan baik. Aturan induksi atau akuisisi skema terkait suatu prosedural tertentu tersusun dengan baik, akibatnya siswa dapat mengkomunikasikan kembali secara efektif terkait ide-ide atau gagasan-gagasan matematika yang digunakan untuk menyelesaikan masalah.

### III. SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan terkait *goal-free problems* di atas, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut : *Goal-free problems* atau *no-goal problems* adalah teknik penyajian masalah yang menghilangkan tujuan spesifik dari masalah. Teknik ini memberikan kesempatan siswa untuk mencari penyelesaian nilai sebanyak mungkin yang belum diketahui dari masalah yang diberikan dengan menggunakan informasi yang ada. Tanpa perlu menentukan *sub-goal*, siswa dapat mengerjakan masalah yang diberikan. Desain pembelajaran dengan menggunakan strategi *goal-free* dapat terjadi ketika masalah konvensional dengan tujuan tertentu digantikan oleh masalah dengan tujuan non-spesifik, misalnya dalam trigonometri tingkat sekolah menengah, masalah pada umumnya akan meminta siswa untuk menghitung sisi tertentu, seperti sisi  $x$ . Sebaliknya, masalah *goal-free* tidak akan mengharuskan siswa untuk secara khusus menghitung sisi  $x$ , tetapi menggunakan kata-kata yang lebih umum seperti 'Hitunglah sisi lain yang belum diketahui sebanyak mungkin'. Penggunaan instruksi ini mengarahkan siswa untuk memahami

terlebih dahulu informasi yang telah diberikan dan berfokus pada bagaimana memahami konsep yang telah dipelajari untuk dapat diaplikasikan ketika menyelesaikan masalah. Siswa diarahkan untuk bekerja maju berdasarkan “apa yang diketahui” dan bukan berdasarkan “apa yang ditanyakan”. Proses mengkonstruksi pengetahuan terjadi dengan baik dan aturan induksi atau akuisisi skema terkait suatu prosedural tertentu pun tersusun dengan rapi. Hal ini mengakibatkan siswa dapat mengkomunikasikan kembali secara efektif terkait ide-ide atau gagasan-gagasan matematika yang digunakan untuk menyelesaikan masalah. Ini merupakan kemampuan literasi matematika yang diharapkan dapat dikembangkan melalui pembelajaran matematika. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa strategi *goal-free* merupakan salah satu strategi pembelajaran yang dapat memfasilitasi literasi matematika siswa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Trilling and C. Fadel, *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. USA: Jossey-Bass, 2009.
- [2] P. P. R. Center. (2010) 21st century skills for students and teachers. 1-25.
- [3] OECD, *Learning mathematics for life a perspective from pisa*. Paris: Author, 2009.
- [4] Sugiman, Y. S. Kusumah, and J. Sabandar, "Title," unpublished.
- [5] NCTM, *Principles and Standards for School Mathematics* USA: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc., 2000.
- [6] M. G. Kantowski, "Processes Involved in Mathematical Problem Solving," *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 8, pp. 163-180, 1977.
- [7] E. Retnowati, *Faded-example as a Tool to Acquire and Automate Mathematics Knowledge* vol. 824, 2016.
- [8] H. G. Schmidt, S. Loyens, T. Van Gog, and F. Paas, *Problem-Based Learning is Compatible with Human Cognitive Architecture: Commentary on Kirschner, Sweller, and Clark (2006)* vol. 42, 2007.
- [9] B. Kaur, "Teaching of mathematics in Singapore schools " presented at the ICME – 10, Copenhagen, Denmark, 2004.
- [10] E. Retnowati, P. Ayres, and J. Sweller, "Worked example effects in individual and group work settings," *Educational Psychology*, vol. 30, pp. 349-367, 2010/05/01 2010.
- [11] Kemendikbud, "Peraturan menteri pendidikan dan kebudayaan Republik Indonesia nomor 22.tahun 2016 tentang standar proses pendidikan dasar dan menengah," P. d. Kebudayaan, Ed., ed. Jakarta: Author, 2016.
- [12] J. Sweller, P. Ayres, and S. Kalyuga, *Cognitive load theory* 2011.
- [13] R. H. Bruning, G. J. Schraw, and M. M. Norby, *Cognitive psychology and instruction (5 ed.)*. Boston: MA: Pearson, 2011.
- [14] F. Paas, A. Renkl, and J. Sweller, *Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments* vol. 38, 2010.
- [15] J. L. Plass, R. Moreno, and B. R., *Cognitive load theory*. USA: Cambridge university press, 2010.
- [16] E. Retnowati and S. R. Maulidya "Designs of Goal-Free Problems For Trigonometry Learning," in *The 4th ICMSE 2017 Programme*, Semarang 2017.
- [17] S. Kalyuga, *Cognitive load factors in instructional design for advanced learners*. New York: Nova science publishers, Inc., 2009.
- [18] P. Ayres, "Why goal free problem can facilitate learning," *Contemporary Educational Psychology*, vol. 18, p. 5, 1993.
- [19] J. Sweller, "Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning," *Cognitive Science*, vol. 12, pp. 257-285, 1988.
- [20] J. Sweller and M. Levine, *Effects of Goal Specificity on Means-end Analysis and learning* vol. 8, 1982.
- [21] E. Retnowati, "Toward the improvement of group learning using goal-free problems," Yogyakarta, 2009, pp. 248-260.
- [22] E. Retnowati, Sugiman, and Mardanu, "Efektivitas goal-free problmes dalam pembelajaran matematika kolaboratif ditinjau dari muatan kognitif dan kemampuan transfer pengetahuan," Yogyakarta State University, Yogyakarta2015.