

LAPORAN PPM DISEMINASI HASIL PENELITIAN
PROGRAM PASCASARJANA UNY
TAHUN ANGGARAN 2017

JUDUL PPM
PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA BERDASARKAN
COGNITIVE LOAD THEORY DALAM PEMBELAJARAN GEOMETRI SMP



Oleh

Endah Retnowati, S.Pd., M.Ed., Ph.D.
Dr. Drs. Sugiman, M.Si.
Dr. Ali Mahmudi, M.Pd.
Wahyu Setyaningrum, S.Pd., M.Ed., Ph.D.
Siti Nurhayati, S.Si.
Muhammad Ferry Irwansyah, S.Si.

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
TAHUN 2017

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN PPM DISEMINASI HASIL PENELITIAN PROGRAM PASCASARJANA UNY

1. Judul : Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berdasarkan *Cognitive Load Theory* dalam Pembelajaran Geometri SMP
2. Ketua Pelaksana :
 - a. Nama Lengkap dengan Gelar : Endah Retnowati, S.Pd., M.Ed., Ph.D.
 - b. N I P : 19801228 200212 2 003
 - c. Pangkat / Golongan : III/b, Penata Muda Tk.I
 - d. Jabatan Fungsional : Lektor
 - e. Fakultas / Jurusan : Program Pascasarjana / Pendidikan Matematika - S2
 - f. Bidang Keahlian :
 - g. Alamat Rumah : Perum Nogotirto II, Jl. Bali F-122, Gamping, Sleman Yogyakarta
 - h. No. Telp. Rumah/ HP : +6287858367023
3. Personalia :
 - a. Jumlah Anggota Pelaksana : 3 orang
 - b. Jumlah Pembantu Pelaksana : - orang
 - c. Jumlah Mahasiswa : 2 orang
4. Jangka Waktu Penelitian : 5.10 bulan
5. Bentuk Kegiatan : Workshop
6. Sifat Kegiatan : Penting dan berkelanjutan
7. Anggaran Biaya yang Diterima :
 - a. Sumber dari DIPA : Rp. 12.500.000,00PASCASARJANA UNY
 - b. Sumber Lain (.....) : Rp.Jumlah : Rp.

Mengetahui,
Kaprosdi Pendidikan Matematika S-2,

Yogyakarta, 20 September 2017
Ketua Pelaksana

Dr. Sugiman, M.Si.
NIP 196502281991011001

Endah Retnowati, S.Pd., M.Ed., Ph.D.
NIP 19801228 200212 2 003

Menyetujui,
Asisten Direktur I,

Dr. Sugito, MA
NIP 19600410 198503 1 002

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	1
DAFTAR ISI.....	2
Abstrak.....	3
Abstract.....	4
BAB I PENDAHULUAN.....	5
A. Analisis Situasi.....	5
B. Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	7
C. Tujuan Kegiatan	7
D. Manfaat Kegiatan	8
E. Kerangka Pemecahan Masalah.....	8
F. Khalayak Sasaran.....	13
BAB II METODE KEGIATAN	14
G. Tahap-tahap Pelaksanaan	14
BAB III HASIL KEGIATAN.....	16
A. Deskripsi Kegiatan	16
B. Hasil Evaluasi.....	16
C. Penggunaan anggaran.....	17
BAB IV SIMPULAN.....	18
Daftar Pustaka.....	19
Foto-foto kegiatan.....	21
Print-out Pemaparan Materi.....	24
Draf Artikel.....	25

PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA BERDASARKAN *COGNITIVE LOAD THEORY* DALAM PEMBELAJARAN GEOMETRI SMP

Endah Retnowati, Sugiman, Ali Mahmudi, Wahyu Setyaningrum

Prodi Pendidikan Matematika

Abstrak

Tujuan dari kegiatan Pengabdian Pada Masyarakat (PPM) ini adalah untuk memfasilitasi guru-guru matematika mengembangkan LKS berdasarkan *cognitive load theory* untuk pembelajaran geometri yang efektif dan efisien dan supaya guru-guru matematika menerapkan hasil-hasil penelitian dalam *cognitive load theory* dalam pengembangan LKS sehingga dapat mengajar geometri dengan efektif dan efisien. Tim PPM dari Prodi Pendidikan Matematika, UNY bekerjasama dengan MGMP Matematika Kabupaten Sleman sehingga terdapat sebanyak 40 guru matematika SMP yang berpartisipasi secara aktif. Kegiatan PPM diawali dengan pemaparan materi yang relevan secara klasikal. Ada dua topik yaitu (1) Esensi kurikulum 2013 dalam pembelajaran matematika, (2) Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berdasarkan *cognitive load theory* materi geometri SMP. Kegiatan ini PPM dilaksanakan secara berkelompok dimana peserta menyusun LKS berbagai macam materi geometri dengan pendekatan *cognitive load theory*, dilanjutkan dengan presentasi dan diskusi hasilnya. Selanjutnya, peserta menyempurnakan LKS yang disusun. Sebagai *reward*, peserta memperoleh sertifikat keikutsertaan kegiatan. Hasil evaluasi selama kegiatan menunjukkan bahwa peserta sangat antusias dengan materi yang dipelajari dan perlu ada kegiatan lanjutan untuk memfasilitasi guru-guru menyusun LKS dengan pendekatan yang sama untuk materi pembelajaran lainnya.

Kata kunci: LKS, *cognitive load theory*, geometri, SMP

DEVELOPING STUDENT WORKSHEET BASED ON COGNITIVE LOAD THEORY FOR LEARNING JUNIOR HIGH SCHOOL GEOMETRY

Endah Retnowati, Sugiman, Ali Mahmudi, Wahyu Setyaningrum

Abstract

The aim of the Community Service (CM) is to facilitate mathematics teachers to develop student worksheet based on cognitive load theory for learning geometry and to disseminate the reaserch results in cognitive load theory to the teachers, thus they can apply it into classroom practice. The CM Team is from Program of study of Mathematics Education, YSU collaborating with the Junior High School Mathematics Teacher Association in Sleman (MGMP SMP). There were 40 mathematics teachers actively participating in the workshop. The activity was started by a clasical discussion about two relevant topics: (1) the essential of the national curriculum 2013 in mathematics, (2) the development of student worksheet based on cognitive load theory for Junior High School geometry. The main activity was completed by small-groups where the teachers create and develop worksheet in various geometry topics, then presented the results to the others. Discussion and feedback were used to improve the developed worksheet. As a reward, the participant received certificate of attendance. The evaluation indicated that the participants were actively involve in the workshop and such workshop should be continuously organised for other learning material in mathematics.

Keywords: worksheet, cognitive load theory, geometry, junior high school

BAB I PENDAHULUAN

A. Analisis Situasi

Geometri menjadi salah satu ilmu matematika yang penting untuk dipelajari sejak pendidikan dasar. Di USA, perkumpulan guru matematika dalam NCTM (2007: 72) menyatakan tiga alasan mengapa geometri dipelajari. Alasan kesatu, “*geometry uniquely connects mathematics with the real physical world.*” Geometri adalah ilmu matematika yang mempelajari tentang bentuk dan pengukuran benda-benda yang secara nyata ada di sekitar siswa, misalnya jarak rumah, panjang kain atau luas lantai. Alasan kedua, “*geometry uniquely enables ideas from other areas of mathematics to be pictured.*” Geometri juga mempelajari tentang penyajian ide-ide matematis dari bidang aljabar, aritmetika atau statistika ke dalam model yang memberikan visualisasi atau gambaran sehingga lebih konkrit untuk difikirkan. Alasan ketiga, “*geometry nonuniquely provides an example of a mathematical system.*” Sepertihalnya ilmu matematika yang lain, geometri dapat dipandang sebagai sistem yang terdiri atas aksioma, definisi dan teorema. Sistem ini memfasilitasi siswa untuk berfikir secara logis dalam pemecahan masalah geometri, misalnya dalam membuktikan kekongruenan, kesebangunan atau kesejajaran.

Dalam Kurikulum 2013 yang saat ini diterapkan, siswa SMP mempelajari 59 Kompetensi Dasar (KD) yang terdiri dari: 24 KD pada geometri, 22 KD pada aljabar, 9 KD pada bilangan, dan 4 KD pada statistika dan peluang (Permendikbud No. 24 Tahun 2016). Lebih khusus, pembelajaran matematika diarahkan pada pengembangan kemampuan pemecahan masalah di mana siswa diharapkan dapat menerapkan pengetahuan tentang konsep dan prosedur matematika dalam berbagai situasi. Pemecahan masalah (*problem solving*) juga merupakan standar proses pembelajaran yang sangat penting dalam pembelajaran matematika global (NCTM, 2000) karena kemampuan ini sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari dan dalam industri.

Prestasi geometri siswa perlu ditingkatkan melalui perbaikan kualitas pembelajaran yang berkelanjutan. Dalam Laporan Hasil *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) Tahun 2011 disebutkan bahwa dari 43 soal geometri, rata-rata jawaban benar siswa di level internasional mencapai 39% sedangkan siswa Indonesia hanya mencapai 24% (Mullis, Martin, Foy, & Arora, 2012). Dalam skala nasional, berdasarkan Laporan Hasil Ujian Nasional (UN) SMP Tahun 2016 diketahui bahwa penguasaan geometri

siswa Indonesia berada pada persentase terendah jika dibandingkan dengan materi matematika lainnya (Puspendik Balitbang Kemdikbud, 2016), sebagaimana dalam Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Penguasaan Materi Matematika Ujian Nasional SMP Tahun 2016

No.	Kemampuan yang diuji	Kabupaten Sleman	Propinsi DIY	Nasional
1.	Operasi bilangan	55,68	51,99	60,64
2.	Operasi aljabar	48,47	46,75	57,28
3.	Geometri	46,48	44,03	52,04
4.	Statistik dan peluang	55,50	52,64	60,78

(Sumber: Puspendik Balitbang Kemdikbud, 2016)

Sementara itu, hasil-hasil penelitian mengenai bagaimana bahan ajar disusun agar pembelajaran yang berpusat pada siswa dapat terlaksana dengan efektif dan efisien telah banyak dilaksanakan, terutama oleh peneliti dalam bidang *cognitive load theory* (Sweller, Ayres & Kalyuga, 2013). Penelitian pada bidang ini menggunakan metode eksperimen sehingga menghasilkan prinsip-prinsip penyusunan bahan ajar yang telah teruji. Prinsip-prinsip ini antara lain: mengelola *intrinsic cognitive load* dengan cara pengaturan tingkat kesulitan materi menyesuaikan pengetahuan awal siswa, meminimalkan *extraneous cognitive load* dengan cara menyajikan materi dengan menghindari *split-attention effect* dan *redundancy effect*; dan memaksimalkan *germane cognitive load* dengan cara menghadirkan materi yang mendorong siswa untuk belajar dan memahami materi. Bahan ajar sebaiknya disajikan dalam Lembar Kerja Siswa agar memfasilitasi pembelajaran yang berpusat pada siswa. Guru-guru matematika perlu memahami prinsip-prinsip *cognitive load theory* ini agar dapat menyajikan Lembar Kerja Siswa yang memaksimalkan hasil belajar. Berikut ini adalah kesalahan yang sering ditemui oleh tim PPM ketika mendampingi mahasiswa calon guru atau guru dalam pengembangan bahan ajar, yaitu adanya *split-attention effect*.

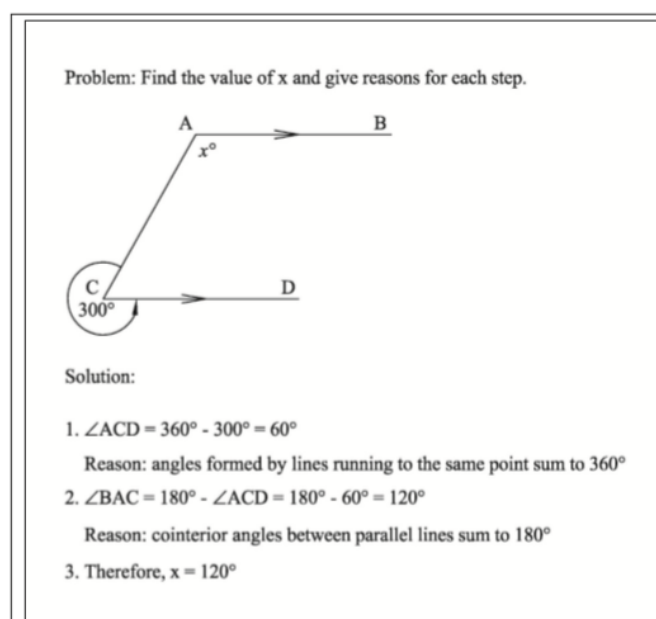


Diagram 1. Bahan ajar dengan *split-attention effect*

Guru-guru kurang menyadari bahwa penyebab kesulitan belajar siswa adalah materi yang disajikan dengan split-attention seperti di atas. Agar lebih mudah dipelajari, materi seperti di atas disajikan dengan teknik integrasi seperti berikut ini.

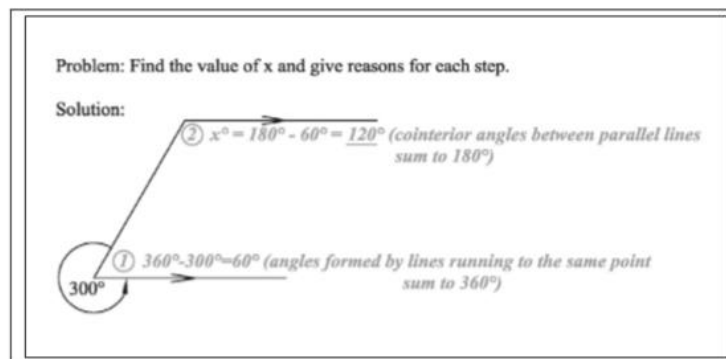


Diagram 2. Bahan ajar dengan teknik integrasi untuk menghindari *split-attention effect*.

B. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi masalah:

1. Prestasi belajar matematika khususnya geometri perlu ditingkatkan.
2. Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) materi geometri tidak mudah dilakukan.
3. Hasil penelitian mengenai pembelajaran geometri yang efektif dan efisien berdasarkan *cognitive load theory* belum banyak dipraktikkan oleh guru.
4. Metode pembelajaran geometri yang meningkatkan kemampuan pemecahan masalah belum bervariasi.

Rumusan masalah:

1. Bagaimana pengembangan LKS berdasarkan *cognitive load theory* untuk pembelajaran geometri yang efektif dan efisien?
2. Bagaimana pelaksanaan workshop pengembangan LKS berdasarkan hasil-hasil penelitian dalam *cognitive load theory* sehingga guru-guru dapat mengajar geometri dengan efektif dan efisien?

C. Tujuan Kegiatan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan kegiatan PPM ini adalah:

1. Guru-guru matematika mengembangkan LKS berdasarkan *cognitive load theory* untuk pembelajaran geometri yang efektif dan efisien.

2. Guru-guru matematika menerapkan hasil-hasil penelitian dalam *cognitive load theory* dalam pengembangan LKS sehingga dapat mengajar geometri dengan efektif dan efisien

D. Manfaat Kegiatan

Manfaat kegiatan PPM ini antara lain:

1. Kompetensi pedagogik guru meningkat khususnya dalam pengembangan bahan ajar berupa LKS dalam pembelajaran matematika yang efektif dan efisien.
2. Hasil-hasil penelitian dalam *cognitive load theory* yang telah dilaksanakan oleh dosen (dan peneliti internasional) disebarluaskan kepada guru-guru.

E. Kerangka Pemecahan Masalah

Yang menjadi masalah utama dalam PPM ini adalah bagaimana kompetensi pedagogik guru khususnya dalam pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) dapat meningkat dengan adanya diseminasi hasil-hasil penelitian yang relevan. Secara ringkas, kerangka pemecahan masalah melalui PPM ini dapat digambarkan dalam diagram berikut ini.

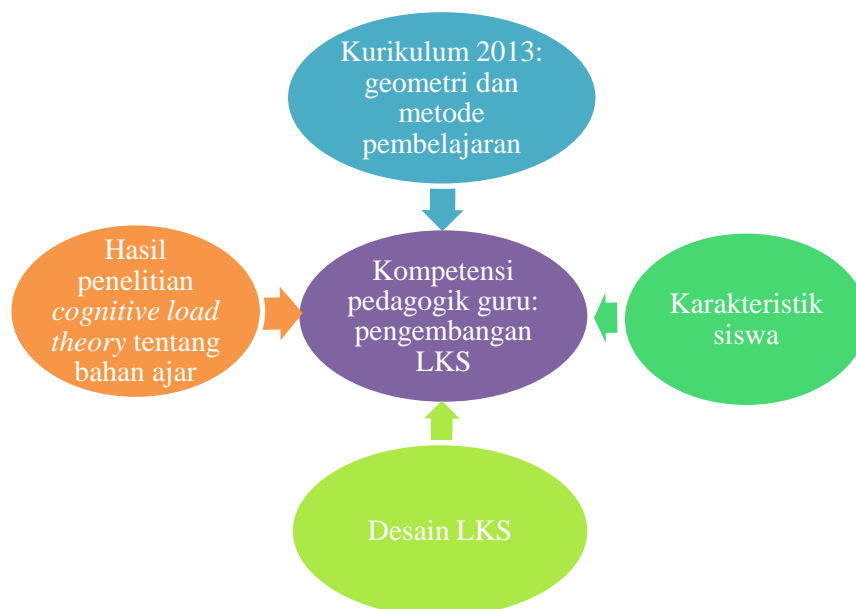


Diagram 3. Kerangka penyelesaian masalah PPM

Lebih rinci mengenai *cognitive load theory* dan hasil penelitian relevan yang didiseminasikan melalui PPM ini adalah sebagai berikut.

1. Cognitive load theory

Cognitive load theory dirintis oleh ahli psikologi pembelajaran, John Sweller, dari Australia pada awal tahun 80-an. Teori ini dikembangkan berdasarkan sistem kognitif pada manusia, dengan asumsi bahwa (1) *working memory* mempunyai kapasitas yang terbatas untuk mengolah informasi baru/kompleks; (2) memori jangka panjang mempunyai kapasitas yang tidak terbatas; (3) belajar adalah mengkonstruksi pengetahuan melalui *schema acquisition* dan *automation* (Sweller, Ayres & Kalyuga, 2013).

Teori *cognitive load* ini menyatakan bahwa proses pembelajaran terlaksana dengan paling berkesan dalam keadaan yang selaras dengan arsitektur kognitif manusia, yang terdiri atas bagian-bagian memori, di mana yang utama adalah *working memory* dan *long term memory*. Khususnya untuk pembelajar awam (*novices*) yang tidak mempunyai pengetahuan awal yang cukup untuk mengenali dan memroses informasi baru atau kompleks, kemampuan *working memory* untuk mengorganisir pengetahuan menjadi semakin rendah.

Mempertimbangkan kapasitas *working memory* tersebut, maka siswa yang akan mempelajari materi baru atau kompleks, sebaiknya difasilitasi dengan desain pembelajaran yang meminimalkan muatan kognitif di *working memory*. Sweller (2010) menyebutkan bahwa muatan kognitif dalam *working memory* dapat disebabkan oleh dua sumber yaitu: (1) dari kompleksitas elemen-elemen di bahan ajar (*intrinsic cognitive load*); (2) dari penyajian bahan ajar (*extraneous cognitive load*). Kedua muatan ini bersifat akumulatif di dalam *working memory*.

Intrinsic cognitive load sejatinya tidak dapat diubah karena berkaitan dengan kekompleksan keterkaitan elemen di dalam materi secara natural (Sweller dan Chandler, 1994). Hanya saja, suatu materi mempunyai *intrinsic cognitive load* tinggi atau rendah disesuaikan dengan *prior-knowledge* yang dimilikinya. Sebagai contoh, untuk siswa kelas 3 SD, materi penjumlahan pecahan memiliki *intrinsic cognitive load* tinggi, tetapi untuk mahasiswa jurusan matematika, materi ini memiliki *intrinsic cognitive load* rendah.

Sedangkan *extraneous cognitive load* dapat dikondisikan karena tergantung cara penyajian materi. Materi yang kompleks ketika disajikan dalam *problem solving* yang kompleks akan sulit dipelajari oleh siswa dan mengakibatkan *extraneous cognitive load* tinggi. Apabila disajikan dengan mudah, karena ada contoh atau bimbingan yang sistematis, materi yang kompleks dapat menjadi mudah dipelajari karena *extraneous cognitive load*-nya rendah.

Jika akumulasi *intrinsic* dan *extraneous cognitive load* diminimalkan, maka *working memory* akan mempunyai kapasitas untuk *germane cognitive load*, yaitu kapasitas berfikir untuk memahami materi dan mengkonstruksinya menjadi pengetahuan yang terstruktur. *Intrinsic cognitive load* tidak dapat dimanipulasi karena sudah menjadi karakter dari interaktifitas elemen-elemen di dalam materi. Sehingga, *intrinsic cognitive load* ini bersifat tetap. Namun, *extraneous cognitive load* dapat dimanipulasi. Teknik penyajian materi yang baik, yaitu yang tidak menyulitkan pemahaman, akan menurunkan *extraneous cognitive load*. Pemahaman suatu materi dapat mudah terjadi jika ada pengetahuan prasyarat yang cukup yang dapat dipanggil dari memori jangka panjang. Jika pengetahuan prasyarat ini dapat hadir di *working memory* secara otomatis, maka *extraneous cognitive load* akan semakin minimum. Semakin banyak pengetahuan yang dapat digunakan secara otomatis, semakin minimum muatan kognitif di *working memory*. Dalam hal ini, kapasitas *working memory* menjadi semakin meningkat.

Materi yang secara intrinsik mempunyai muatan berat, jika disajikan dengan baik, maka proses kognitif di *working memory* akan berjalan dengan lancar. Sebaliknya, meskipun *intrinsic cognitive load* suatu materi adalah ringan, jika disajikan dengan tidak baik, seperti terlalu banyak atau acak, maka proses kognitif di *working memory* akan berjalan dengan lambat atau berhenti.

Germane cognitive load memberikan ruang proses kognitif yang relevan dengan pemahaman materi yang sedang dipelajari dan proses konstruksi (akuisisi skema) pengetahuan. Jika tidak ada kapasitas berfikir yang relevan dengan pemahaman materi, berarti *working memory* tidak dapat mengorganisasikan, mengkonstruksi, mengkodekan, mengelaborasi atau mengintegrasikan materi yang sedang dipelajari sebagai pengetahuan yang tersimpan dengan baik di memori jangka panjang. Dengan kata lain, informasi yang disajikan tidak dipelajari dengan baik. Informasi tersebut mungkin berhasil disimpan di memori jangka panjang, tapi mungkin akan sulit dipanggil kembali atau tidak terkoneksi dengan pengetahuan yang relevan. Hal ini berakibat pada lambatnya proses pembelajaran yang terkait di masa selanjutnya.

Akan tetapi, proses konstruktif dalam pembelajaran juga dipengaruhi oleh motivasi dan sikap siswa terhadap materi yang dipelajari (Paas, Tuovinen, Merrienboer dan Darabi, 2005). Tanpa adanya motivasi dan sikap yang baik terhadap proses pembelajaran, meskipun materi telah dimanajemen dengan baik sesuai karakteristik siswa, hasil pembelajaran mungkin tidak akan maksimal.

Implikasi dari *cognitive load theory* dalam mendesain metode pembelajaran antara lain: (1) perlu memahami tingkat kekompleksan materi yang akan dipelajari atau banyaknya informasi yang akan disampaikan; (2) perlu mengetahui tingkat pengetahuan awal siswa yang akan mempelajari materi yang disampaikan; (3) meminimalkan jumlah dari *intrinsic cognitive load* dan *extraneous cognitive load*; dan (4) memfasilitasi proses yang meningkatkan *germane cognitive load* yaitu untuk konstruksi skema pengetahuan serta (5) membangun susunan skema yang baik dan memfasilitasi otomatisasi skema melalui rehearsal.

2. Hasil Penelitian yang relevan

Publikasi hasil penelitian mengenai pengembangan bahan ajar dalam bentuk Lembar Kerja Siswa berdasarkan pada *cognitive load theory* yang berorientasi pada pengembangan kemampuan pemecahan masalah telah banyak dilakukan. Berikut ini adalah beberapa yang paling relevan dengan kegiatan PPM yang direncanakan.

Tabel 2. Hasil penelitian yang relevan dengan kegiatan PPM

Judul publikasi	Ringkasan
Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. <i>Cognitive Science</i> , 12(2), 257-285. doi: 10.1016/0364-0213(88)90023-7 Owen, E., & Sweller, J. (1985). What do students learn while solving mathematics problems? <i>Journal of Educational Psychology</i> (77), 272-284. doi: 10.1037/0022-0663.77.3.272	Pembelajaran berbasis problem solving hanya efektif jika siswa memiliki pengetahuan awal yang cukup.
Tarmizi, R. A., & Sweller, J. (1988). Guidance during mathematical problem solving. <i>Journal of Educational Psychology</i> , 80(4), 424-436.	Pembelajaran berbasis pemecahan masalah dimana siswa diberi contoh pemecahan masalah yang mengandung split-attention tidak efektif dipelajari.
Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glasser, R. (1989). Self explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. <i>Cognitive Science</i> (13), 145-182. doi: 10.1207/s15516709cog1302_1	Memberikan instruksi untuk menjelaskan kepada diri sendiri pada saat siswa belajar pemecahan masalah terbukti lebih efektif.
Ayres, P. (1993). Why goal-free problems can facilitate learning. <i>Contemporary Educational Psychology</i> , 18(3), 376-381. doi: 10.1006/ceps.1993.1027	Penyajian materi pemecahan masalah dengan pendekatan goal-free efektif dipelajari oleh siswa dengan pengetahuan awal yang minimal.
Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. <i>Cognition and Instruction</i> , 8(4), 293-332. Paas, F., & Merriënboer, J. G. (1994). Instructional control of cognitive load in	Bahan ajar yang disusun dengan pendekatan <i>worked example</i> yang disusun dengan memperhatikan struktur kognitif siswa lebih efektif terutama untuk siswa dengan pengetahuan awal rendah.

<p>the training of complex cognitive tasks. <i>Educational Psychology Review</i>, 6(4), 351-371. doi: 10.1007/bf02213420</p> <p>Ward, M., & Sweller, J. (1990). Structuring effective worked examples. <i>Cognition and Instruction</i>, 7(1), 1-39. doi: 10.1207/s1532690xci0701_1</p>	
<p>Moreno, R., & Mayer, R. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: the role of modality and contiguity. <i>Journal of Educational Psychology</i>, 91(2), 358-368.</p>	<p>Menyajikan bahan ajar dalam format multimedia harus memperhatikan <i>modality effect</i> agar lebih efektif dan efisien dipelajari.</p>
<p>Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. <i>Educational Psychologist</i>, 38(1), 23-31.</p> <p>Chen O; Kalyuga S; Sweller J, 2016, 'When Instructional Guidance is Needed', <i>The Educational and Developmental Psychologist</i>, vol. 33, pp. 149 - 162, http://dx.doi.org/10.1017/edp.2016.16</p>	<p>Siswa dengan pengetahuan awal yang rendah lebih baik belajar pemecahan masalah dengan pendekatan worked-example, sebaliknya, siswa dengan pengetahuan awal yang tinggi akan lebih baik belajar dengan problem solving yang menantang.</p>
<p>Retnowati, E., Ayres, P., & Sweller, J. (2010). Worked example effects in individual and group work settings. <i>Educational Psychology</i>, 30(3), 349-367. doi: 10.1080/01443411003659960</p> <p>Retnowati, E. (2012, 24-27 November). <i>Worked example in mathematics</i>. Paper presented at the The 2nd International Conference of STEM in Education, Beijing Normal University, China. Retrieved from http://stem2012.bnu.edu.cn/data/short%20paper/stem2012_88.pdf.</p>	<p>Pendekatan <i>worked example</i> tidak efektif dipelajari dalam kelompok.</p>
<p>Retnowati, E., Ayres, P., & Sweller, J. (2016). <i>Can Collaborative Learning Improve the Effectiveness of Worked Examples in Learning Mathematics?</i> <i>Journal of educational psychology</i>. doi: 10.1037/edu0000167</p>	<p>Siswa dengan pengetahuan awal rendah dapat belajar dengan pemecahan masalah yang tidak kompleks. Jika problem solving yang diberikan sangat kompleks, baik secara individu maupun kelompok, sulit diselesaikan apalagi dipelajari. Namun demikian, apabila worked example dihadirkan, siswa secara individu dapat mempelajarinya dengan efektif.</p>
<p>Retnowati, E., Sugiman, S. & Pratama, W.P. (submitted 2017). <i>Learning mathematics from goal-free problems: alone or together with friends?</i></p>	<p>Siswa dengan pengetahuan awal rendah dapat belajar pemecahan masalah dengan lebih efektif apabila disajikan dalam goal-free problem daripada dalam goal-given problem; lebih baik secara individu daripada secara kolaboratif.</p>

F. Khalayak Sasaran

Peserta dalam kegiatan workshop ini terdiri atas guru-guru matematika perwakilan MGMP Matematika di Kabupaten Sleman yang dipilih karena menjadi mitra UNY dan sesuai dengan tujuan serta rancangan program PPM.

BAB II METODE KEGIATAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PPM) ini melibatkan guru-guru yang kemungkinan sudah mendapatkan pelatihan tentang Kurikulum 2013 dan juga bahan ajar, tetapi masih memiliki pemahaman yang belum baik. Kegiatan yang dilaksanakan menggunakan **metode pelatihan yang berpusat pada peserta** sehingga peserta diharapkan aktif untuk mengeksplorasi dan meningkatkan kompetensi pedagogiknya. Strategi pelatihan yang digunakan antara lain:

1. *Focused Group Discussion*

Dalam FGD, peserta difasilitasi untuk mengajukan masalah, mengumpulkan informasi, menggali ide-ide dan memperoleh penyelesaian atas masalah pembelajaran yang dihadapi, terutama contoh-contoh dalam pengembangan LKS sesuai dengan pembelajaran yang diarahkan oleh Kurikulum 2013 dan sesuai dengan hasil-hasil penelitian dalam *cognitive load theory*.

2. Kerja kelompok dan kerja individu

- Peserta dibagi dalam kelompok topik-topik geometri yang dipelajari di SMP.
- Peserta dalam kelompoknya mengeksplorasi kedalaman materi topik tersebut.
- Peserta secara individu menyusun sendiri LKS.
- Peserta menerima pendampingan dari tim PPM selama menyusun LKS.

3. Presentasi

Peserta mempresentasikan LKS yang disusun dan mendapatkan tanggapan dari peserta yang lain.

4. Diskusi dan *feedback*

Tim PPM memfasilitasi diskusi dan memberikan *feedback* atas LKS yang disusun oleh peserta.

G. Tahap-tahap Pelaksanaan

No.	Rencana kerja	Waktu (bulan ke-)					Penjelasan
		1	2	3	4	5	
1.	Analisis kebutuhan awal						Ketua tim PPM mewawancarai dua-tiga guru calon peserta, dan jika memungkinkan observasi bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran matematika.

2.	Rapat kerja tim					Rapat seluruh tim untuk mempersiapkan bahan ajar workshop, memantapkan metode workshop dan administrasinya.
3.	Penetapan lokasi kegiatan					Menghubungi ruang seminar yang akan dipakai sesuai ketersediaan dan kemudahan transportasi, dibantu oleh mahasiswa.
4.	Pengiriman undangan dan konfirmasi kehadiran					Mengirimkan leaflet dan surat undangan kepada peserta workshop, dibantu oleh mahasiswa.
5.	Penggandaan bahan ajar workshop					Penggandaan bahan ajar workshop yang disusun oleh tim utama PPM, dibantu oleh mahasiswa.
6.	Persiapan workshop-kit dan konsumsi					Workshop-kit berisi alat tulis yang diperlukan dalam pengembangan LKS geometri.
7.	Workshop hari pertama (Kamis, 10 Agustus 2017)					Pelaksanaan sesuai rancangan.
8.	Workshop hari kedua (Jumat, 11 Agustus 2017)					Pelaksanaan sesuai rancangan.
9.	Rapat tim: evaluasi					Tim PPM menganalisis hasil evaluasi kegiatan dan mendiskusikan hasil PPM.
10.	Publikasi					Tim PPM mengirimkan artikel hasil PPM ke jurnal.

BAB III HASIL KEGIATAN

A. Deskripsi Kegiatan

Kegiatan PPM ini dilaksanakan pada awal tahun ajaran baru 2017/2018, yaitu Kamis, 10 Agustus 2017 dan Jumat, 11 Agustus 2017. Kegiatan dimulai pukul 7.30 dan selesai pukul 16.00, bertempat di Ruang Sidang II FMIPA UNY. Sebanyak 40 orang guru yang terundang dan 100% hadir dari awal hingga akhir. Guru memiliki motivasi yang tinggi untuk mengikuti kegiatan dengan aktif pada setiap sesi yang dilaksanakan, dimana secara umum adalah:

1. Hari pertama :
 - 07.30 - 08.00 Registrasi
 - 08.00 – 12.00 Pemantapan pengetahuan awal
 - a. Esensi kurikulum 2013 dalam pembelajaran matematika
 - b. Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berdasarkan *cognitive load theory* materi geometri SMP
 - 12.00 – 13.00 Ishoma
 - 13.00 – 15.00 Pengembangan LKS
 - 15.00 – 15.30 Istirahat
 - 15.00 – 16.00 Presentasi dan diskusi
2. Hari kedua :
 - 07.30 – 16.00 Finalisasi LKS dan Pemberian *feedback*

Setiap peserta memperoleh sertifikat atas partisipasi aktif selama kegiatan.

B. Hasil Evaluasi

Keberhasilan dari kegiatan PPM ini diukur berdasarkan tiga indikator berikut dan telah terpenuhi, yaitu:

1. Kehadiran penuh (tidak drop-out) sebanyak minimal 80% dari terundang.
2. Sebanyak 80% dari yang hadir menyelesaikan LKS yang dikembangkan sesuai dengan *cognitive load theory*.
3. Tersusun minimal satu artikel yang dipublikasikan dalam jurnal mengenai hasil PPM.

Hasil evaluasi selama kegiatan menunjukkan bahwa peserta sangat antusias dengan materi yang dipelajari dan perlu ada kegiatan lanjutan untuk memfasilitasi guru-guru menyusun LKS dengan pendekatan yang sama untuk materi pembelajaran lainnya. Tidak ada kendala yang berarti terhadap penyelenggaraan PPM ini.

C. Penggunaan anggaran

No	Uraian	Anggaran
1	Honorarium	
a.	Ketua Pelaksana	Rp 700.000,00
b.	Anggota utama (3 x Rp 400.000,00)	Rp 1.200.000,00
c.	Anggota pembantu (2 x Rp 200.000,00)	Rp 400.000,00
2	Bahan Habis Pakai	
a.	Kertas HVS 80 gr (2 rim x Rp 25.000,00)	Rp 50.000,00
b.	Kertas sertifikat (50 x Rp 2.000,00)	Rp 100.000,00
c.	Spidol Whiteboard B/W	Rp 15.000,00
d.	Spidol Whiteboard Color	Rp 15.000,00
e.	Catridge BC-02 hitam 1 buah x 100.000	Rp 100.000,00
f.	Fotokopi bahan workshop	Rp 300.000,00
g.	Konsumsi peserta (40 x 2 hari x Rp 50.000,00)	Rp 4.000.000,00
h.	Workshop-kit peserta (40 x Rp 50.000,00)	Rp 2.000.000,00
i.	Konsumsi rapat tim (2 x 6 orang x Rp 10.000,00)	Rp 120.000,00
3	Perjalanan	
a.	Pengurusan undangan (2 paket x Rp 100.000,00)	Rp 200.000,00
b.	Transportasi peserta (40 x 2 hari x Rp 25.000,00)	Rp 2.000.000,00
4	Pembuatan Laporan dan Publikasi	
a.	Penyusunan laporan	Rp 100.000,00
b.	Penggandaan laporan	Rp 100.000,00
c.	Dokumentasi	Rp 100.000,00
d.	Publikasi Jurnal	Rp 1.000.000,00
JUMLAH		Rp 12.500.000,00

BAB IV SIMPULAN

Kegiatan PPM yang dilaksanakan dapat memfasilitasi:

1. Guru-guru matematika mengembangkan LKS berdasarkan *cognitive load theory* untuk pembelajaran geometri yang efektif dan efisien.
2. Guru-guru matematika menerapkan hasil-hasil penelitian dalam *cognitive load theory* dalam pengembangan LKS sehingga dapat mengajar geometri dengan efektif dan efisien

Faktor pendukung keterlaksanaan kegiatan adalah adanya kerja sama yang baik dengan MGMP Matematika Kabupaten Sleman dan kesiapan dari tim PPM. Kegiatan PPM tentang hal yang sama untuk topik matematika lainnya perlu ditindaklanjuti.

Daftar Pustaka

- Ayres, P. (1993). Why goal-free problems can facilitate learning. *Contemporary Educational Psychology, 18*(3), 376-381. doi: 10.1006/ceps.1993.1027
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction, 8*(4), 293-332.
- Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glasser, R. (1989). Self explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*(13), 145-182. doi: 10.1207/s15516709cog1302_1
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist, 38*(1), 23-31.
- Moreno, R., & Mayer, R. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: the role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology, 91*(2), 358-368.
- Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 International*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center.
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- NCTM. (2007). From 1980s : What Should Not Be in The Algebra and Geometry Curricula of Average College-Bound Students? *Mathematics Teacher Vol. 100*, 72-74.
- Chen O; Kalyuga S; Sweller J, 2016, 'When Instructional Guidance is Needed', *The Educational and Developmental Psychologist*, vol. 33, pp. 149 - 162, <http://dx.doi.org/10.1017/edp.2016.16>
- Owen, E., & Sweller, J. (1985). What do students learn while solving mathematics problems? *Journal of Educational Psychology*(77), 272-284. doi: 10.1037/0022-0663.77.3.272
- Paas, F., & Merriënboer, J. G. (1994). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review, 6*(4), 351-371. doi: 10.1007/bf02213420
- Paas, F., Tuovinen, J. E., van Merriënboer, J., & Darabi, A. (2005). A motivational perspective on the relation between mental effort and performance: Optimizing learner involvement in instruction. *Educational Technology, Research and Development, 53*(3), 25-35.
- Permendikbud No. 24 Tahun 2016 tentang Kompetensi Inti Dan Kompetensi Dasar Pelajaran Pada Kurikulum 2013 Pada Pendidikan Dasar Dan Pendidikan Menengah.

- Retnowati, E. (2012, 24-27 November). *Worked example in mathematics*. Paper presented at the The 2nd International Conference of STEM in Education, Beijing Normal University, China. Retrieved from http://stem2012.bnu.edu.cn/data/short%20paper/stem2012_88.pdf.
- Retnowati, E., Ayres, P., & Sweller, J. (2010). Worked example effects in individual and group work settings. *Educational Psychology, 30*(3), 349-367. doi: 10.1080/01443411003659960
- Retnowati, E., Ayres, P., & Sweller, J. (2016). *Can Collaborative Learning Improve the Effectiveness of Worked Examples in Learning Mathematics?* *Journal of educational psychology*. doi: 10.1037/edu0000167
- Retnowati, E., Sugiman, S. & Pratama, W.P. (submitted 2017). *Learning mathematics from goal-free problems: alone or together with friends?*
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science, 12*(2), 257-285. doi: 10.1016/0364-0213(88)90023-7
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review, 22*(2), 123-138. doi: 10.1007/s10648-010-9128-5
- Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why Some Material is Difficult to Learn? *Cognition and Instruction, 12*(3), 185-233.
- Sweller, J., Ayres, P. & Kalyuga, S. (2013). *Cognitive Load Theory*. New York, NY: Springer
- Tarmizi, R. A., & Sweller, J. (1988). Guidance during mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology, 80*(4), 424-436.
- Ward, M., & Sweller, J. (1990). Structuring effective worked examples. *Cognition and Instruction, 7*(1), 1-39. doi: 10.1207/s1532690xci0701_1

Foto-foto kegiatan







Print-out Pemaparan Materi

Draf Artikel

Memahami Esensi Kurikulum 2013 pada Pembelajaran Matematika

Sugiman

Salah satu alasan diberlakukannya Kur 2013 adalah rendahnya hasil PISA.

THE 2015 DEFINITION OF MATHEMATICAL LITERACY

Mathematical literacy is an individual's capacity to **formulate, employ and interpret** mathematics in a variety of contexts. It includes **reasoning** mathematically and using mathematical **concepts, procedures, facts and tools** to describe, explain and predict phenomena. It assists individuals to recognise the role that mathematics plays in the world and to make the well-founded judgements and decisions needed by **constructive, engaged and reflective** citizens.

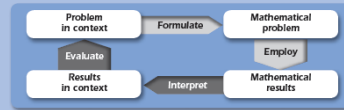
Mathematical thought and action

Mathematical concepts, knowledge and skills

Fundamental mathematical capabilities:

Communication; Representation; Devising strategies; Mathematisation; Reasoning and argument; Using symbolic, formal and technical language and operations; Using mathematical tools

Processes: Formulate; Employ; Interpret/Evaluate



Dominans Asia

	Science		Reading		Mathematics	
	Mean score in PISA 2015	Average three-year trend	Mean score in PISA 2015	Average three-year trend	Mean score in PISA 2015	Average three-year trend
OECD average	493	-1	493	-1	493	-1
Singapore	556	7	526	5	544	1
Japan	526	3	516	-2	532	1
Estonia	524	2	519	9	529	2
Chinese Taipei	522	0	497	1	542	0
Finland	511	-11	506	-6	511	-6
Macau (China)	509	6	509	11	544	6
Canada	508	-2	507	-1	516	-4
Vanuatu	505	-4	497	-91	495	-17
Hong Kong (China)	503	-5	527	-3	548	1
Shanghai (China)	518	m	484	m	551	m
Korea	516	-2	517	-11	524	-3
New Zealand	515	-7	509	-6	495	-8
Jordan	459	-5	458	2	464	-1
Indonesia	453	3	387	-2	399	4
Russia	491	3	457	-2	427	8
Peru	397	14	388	14	397	10
Lithuania	386	m	347	m	390	m
Turkey	386	0	361	-21	367	4
France	384	m	362	m	371	m
Poland	376	m	347	m	362	m
Australia	376	m	359	m	390	m
Dominican Republic	332	m	348	m	355	m

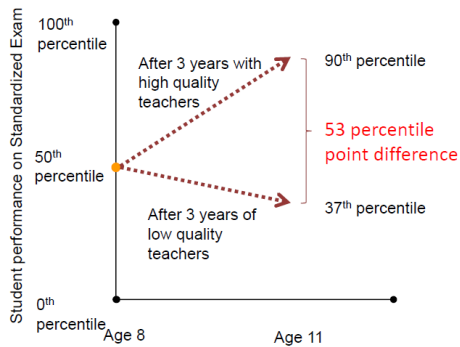
Perubahan apa yang sebaiknya dilakukan pada pelajaran matematika? Dari mana perubahan tersebut dimulai?

Pengaruh Guru Terhadap Prestasi Siswa

The effect of teachers accumulates: 4th graders of all abilities who have 3 years of effective teachers in a row for the 5th, 6th and 7th grades will pass a 7th grade math test.



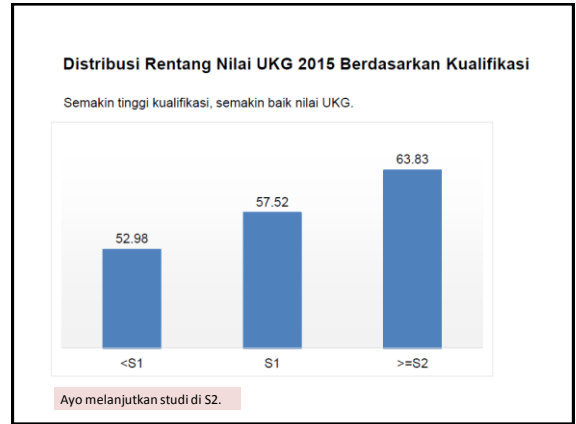
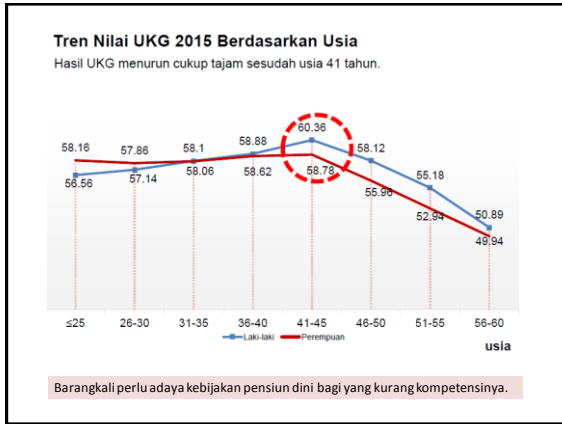
Graph adapted from page 9 of "The Real Value of Teachers: Using New Information About Teacher Effectiveness to Close the Achievement Gap" by Kevin Carey, in *Thinking K-16* 3 (2), Copyright 2004 The Education Trust.



Nilai Rerata Pedagogik dan Profesional UKG 2015

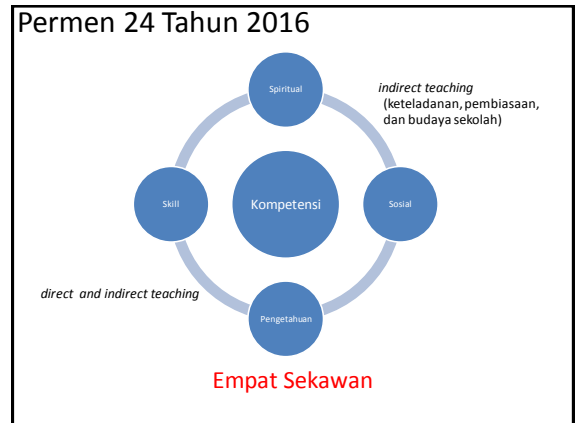
Provinsi	Nilai Rerata
Maks	100,00
Min	10,00
Rata	56,69
Stdev	12,67
N	2,699,516

No.	Provinsi	Rerata
1	Aceh	48,33
2	Bali	65,12
3	Bangka Belitung	69,27
4	Banten	65,90
5	Bengkulu	54,13
6	Dki Jakarta	67,71
7	Dki Jakarta	65,58
8	Dki Jakarta	65,51
9	Jambi	52,76
10	Jawa Barat	60,97
11	Jawa Tengah	63,30
12	Jawa Timur	65,75
13	Kalimantan Barat	53,89
14	Kalimantan Selatan	60,43
15	Kalimantan Tengah	57,79
16	Kalimantan Utara	55,74
17	Kalimantan Utara	54,78
18	Kalimantan Utara	55,12
19	Lampung	53,38
20	Maluku	44,20
21	Maluku Utara	44,79
22	Nusa Tenggara Barat	51,26
23	Nusa Tenggara Timur	50,34
24	Papua	49,29
25	Papua Barat	49,29
26	Papua	49,21
27	Sulawesi Barat	56,15
28	Sulawesi Selatan	56,65
29	Sulawesi Tengah	59,13
30	Sulawesi Tenggara	51,14
31	Sulawesi Utara	51,05
32	Surabaya Barat	56,37
33	Sulawesi Selatan	54,93
34	Sulawesi Utara	50,43
	Maluku Utara	44,89



Identifikasi Kesenjangan Kurikulum

Kondisi Saat Ini (Tahun 2012)	Konsep Ideal
A. Kompetensi Lulusan 1 Sikap belum mencerminkan karakter mulia 2 Keterampilan belum sesuai kebutuhan 3 Pengetahuan-pengetahuan lepas	A. Kompetensi Lulusan 1 Berkarakter mulia 2 Keterampilan yang relevan 3 Pengetahuan-pengetahuan terkait
B. Materi Pembelajaran 1 Belum relevan dengan kompetensi yang dibutuhkan 2 Beban belajar terlalu berat 3 Terlalu luas, kurang mendalam	B. Materi Pembelajaran 1 Relevan dengan kompetensi yang dibutuhkan 2 Materi esensial 3 Sesuai dengan tingkat perkembangan anak
C. Proses Pembelajaran 1 Berpusat pada guru (teacher centered learning) 2 Sifat pembelajaran yang berorientasi pada buku teks 3 Buku teks hanya memuat materi bahasan	C. Proses Pembelajaran 1 Berpusat pada peserta didik (student centered active learning) 2 Sifat pembelajaran yang kontekstual 3 Buku teks memuat materi dan proses pembelajaran, sistem penilaian serta kompetensi yang diharapkan



Permen 24 Tahun 2016

KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.1 Membuat generalisasi dari pola pada barisan bilangan dan barisan konfigurasi objek	4.1 Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan pola pada barisan bilangan dan barisan konfigurasi objek
3.10 Menganalisis data berdasarkan distribusi data, nilai rata-rata, median, modus, dan sebaran data untuk mengambil kesimpulan, membuat keputusan, dan membuat prediksi	4.10 Menyajikan dan menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan distribusi data, nilai rata-rata, median, modus, dan sebaran data untuk mengambil kesimpulan, membuat keputusan, dan membuat prediksi
3.11 Menjelaskan peluang empirik dan teoretik suatu kejadian dari suatu percobaan	4.11 Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan peluang empirik dan teoretik suatu kejadian dari suatu percobaan

Kemampuan Menjelaskan, Menganalisis, dan Menggeneralisasi mendapatkan penekanan.

Common Core Regional Learning Standards (CCRLS) (Masami Isoda, 2017)

VALUES, ATTITUDES and HABITS FOR HUMAN CHARACTER

Mathematical Values: Generosity and Expediency, Reasonableness and Harmonious Usefulness and Efficiency, Simple and Easier, Beautyfulness.

Habits of mind for Citizen to live: Reasonably and critically with respecting and appreciating others, Autonomously, Creatively and innovatively in harmony, To select and use appropriate tools such as ICT, To enable lifelong learning.

MATHEMATICAL PROCESSES

Mathematical Thinking: Generation and Transformation, Extension and Integration, Problem Solving, Mathematical Modeling, Mathematical Communication, Mathematical Reasoning, Mathematical Connections, Mathematical Representation, Mathematical Thinking, Mathematical Problem Solving.

Mathematical Activities for: Problem Solving, Exploration and Enquiry, Mathematical Modeling, Conjecturing, Justifying and Proving, Conceptualization and Proceduralization, Representation and Sharing.

CONTENT

***NUMBERS & OPERATIONS**
 *QUANTITY & MEASUREMENT
 *SHAPE, FIGURES AND SOLIDS
 *PATTERNS & DATA REPRESENTATIONS

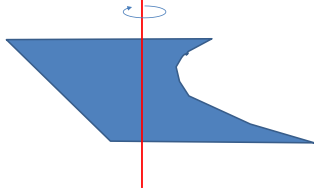
***EXTENSION OF NUMBER AND OPERATIONS**
 *MEASUREMENT & RELATIONS
 *PLANE FIGURES & SPACE SOLIDS
 *DATA REPRESENTATIONS & GRAPHS

***NUMBERS & ALGEBRA**
 *SPACE & GEOMETRY
 *RELATIONSHIP & FUNCTIONS
 *STATISTICS & PROBABILITY

Pendalaman CCRLS


Aktivitas

Gambarkan benda pejal berdimensi tiga yang diperoleh apabila daerah biru berikut diputar mengelilingi sumbu merah sejauh 360 derajat.



Telaah: Kaidah CCRLS apa saja yang muncul dalam aktivitas berikut?


TERIMA KASIH



PENGEMBANGAN LKS DENGAN PENDEKATAN *COGNITIVE LOAD THEORY* MATERI PEMBELAJARAN GEOMETRI

Endah Retnowati, Ph.D
Jurusan Pendidikan Matematika, UNY
e.retno@uny.ac.id

TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA http://uny.ac.id



PRESENTATION PARTS

- 1 • Bagaimana siswa berfikir?
- 2 • Contoh worked-example
- 3 • Pengembangan worked-example


TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA http://uny.ac.id



Siapakah guru matematika?



TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA http://uny.ac.id



Siapakah guru matematika?

- Memiliki 4 kompetensi inti guru:
 - Kompetensi pedagogik
 - Kompetensi profesional
 - Kompetensi sosial
 - Kompetensi kepribadian

TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA http://uny.ac.id



Bagaimanakah pembelajaran yang bermakna?

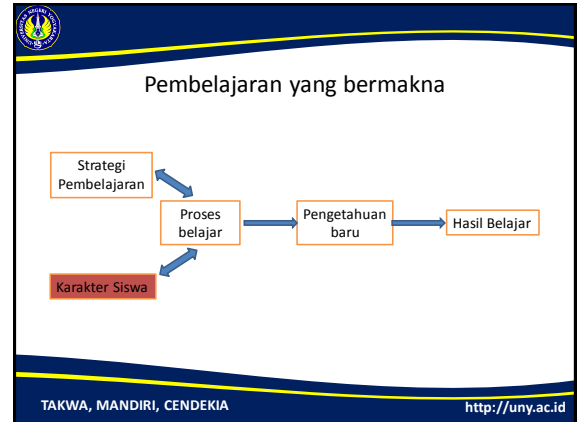


PROBLEM SOLVING

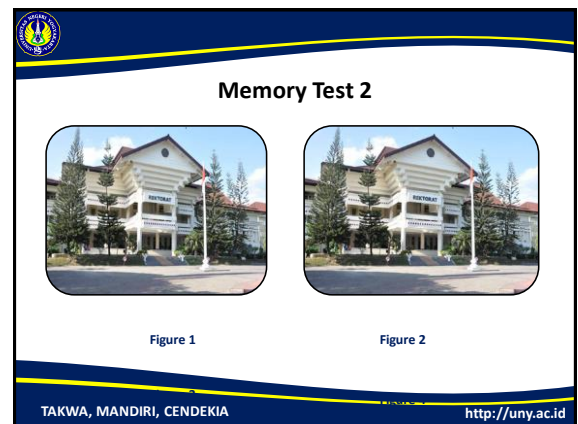
There are few of life's problems that cannot be solved with the proper application of a high explosive projectile

TA c.id





- Pertanyaan**
1. Jarum jam menunjuk pukul berapa?
 2. Apa warna pesawat?
 3. Menunjuk ke arah manakah palu pada gambar tersebut?
 4. Benda apa yang ada di ujung kiri bawah?
 5. Ada berapa alat musik?
 6. Ada berapa warna dalam pelangi?
 7. Apa yang ada di atas kursi?
 8. Apa yang ada di sebelah kiri pelangi?
- TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA <http://uny.ac.id>



Pertanyaan

1. Ada berapa gambar?
2. Bagaimana bentuk atapnya?
3. Apa warna atapnya?
4. Apakah ada bendera?
5. Ada berapa bendera di setiap gambar?
6. Bagaimana bentuk bendera?
7. Ada berapa pohon?
8. Bagaimana jarak pohon dengan tiang bendera dan bangunan?
9. Apakah ada tangga?

TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA <http://uny.ac.id>

Strategi pembelajaran matematika



TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA <http://uny.ac.id>

C circle key numbers

U Underline the questions

B box any math action words

E Evaluate (what steps do I take?)

S solve & check ✓

TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA <http://uny.ac.id>

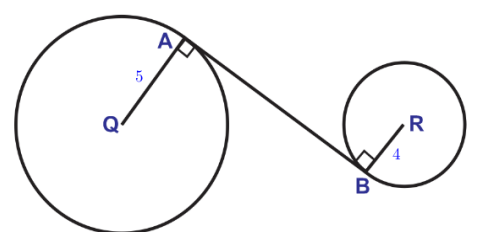
MASALAH MATEMATIKA

INTRINSIC COGNITIVE LOAD

EXTRANEIOUS COGNITIVE LOAD

TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA <http://uny.ac.id>

Materi prasyarat apa yang diperlukan?



TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA <http://uny.ac.id>

Materi prasyarat apa yang diperlukan?

Tentukan x pada $2x/5 - 1 \neq 8$.

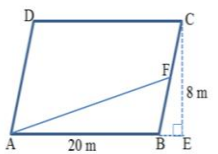
Jawab:

$x = 1$	$2.1/5 - 1 \neq 8$	Salah
$x = 2$	$2.2/5 - 1 \neq 8$	Salah
$x = 3$	$2.3/5 - 1 \neq 8$	Salah lagi
$x = 4$	$2.4/5 - 1 \neq 8$	Salah
$x = 5$	$2.5/5 - 1 \neq 8$	Salah lagi...
...		

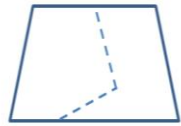
Dan seterusnya ...

TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA <http://uny.ac.id>

Apabila $BF = FC$, tentukan luas segitiga ABF.



Pada gambar berikut, garis putus-putus menunjukkan batas dari dua daerah yang luasnya berbeda. Garis batas ini bengkok. Dapatkah garis batas diubah menjadi lurus tanpa mengubah luasan kedua daerah tersebut.



(a) relatif kurang kompleks (b) relatif lebih kompleks

Masalah matematika

Pipe A and Pipe B are used to fill-up a swimming pool. Pipe A can fill the pool completely full by itself in 4 hours and Pipe B in 10 hours. How long would it take Pipe A to full the pool together with Pipe B? It should be noted that Pipe B has to finish 1 hour faster.

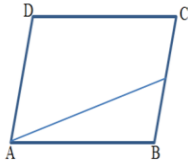
TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA <http://uny.ac.id>

Masalah matematika

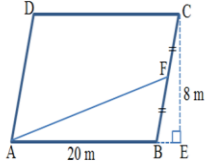
Pipa A dan Pipa B digunakan untuk mengisi air ke dalam sebuah kolam renang. Pipa A saja dapat mengisi sampai penuh dalam waktu 4 jam dan pipa B saja dalam waktu 10 jam. Berapa waktu yang diperlukan jika kedua pipa digunakan? Dalam hal ini, pipa B diminta selesai 1 jam lebih cepat.

TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA <http://uny.ac.id>

Diberikan sebuah jajar genjang ABCD dimana tingginya adalah 8 m dan panjangnya adalah 20 m. Apabila $BF = FC$, tentukan luas segitiga ABF.

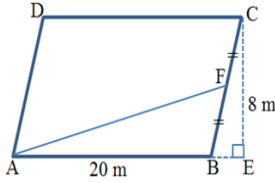


Diberikan sebuah jajar genjang ABCD dimana tingginya adalah 8 m dan panjangnya adalah 20 m. Apabila $BF = FC$, tentukan luas segitiga ABF.



TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA <http://uny.ac.id>

Tentukan luas segitiga ABF pada gambar berikut.

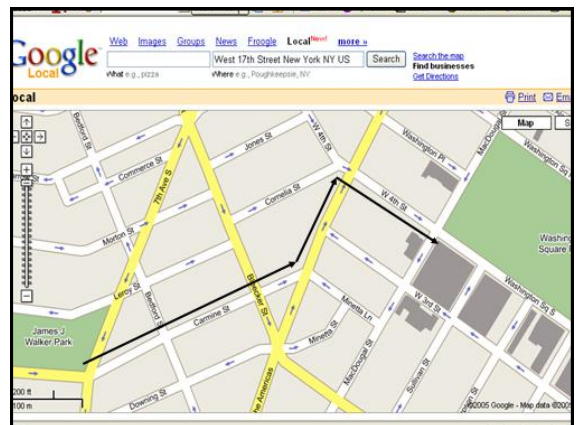
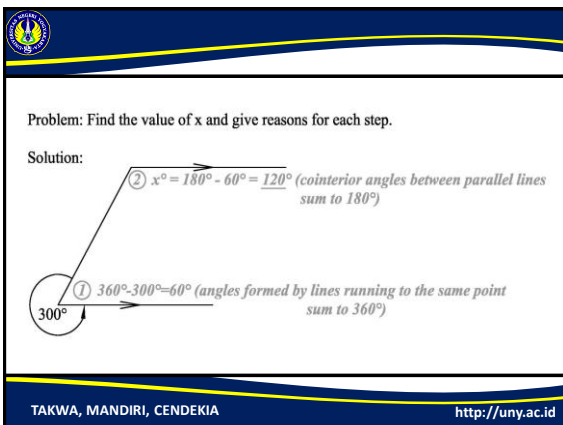
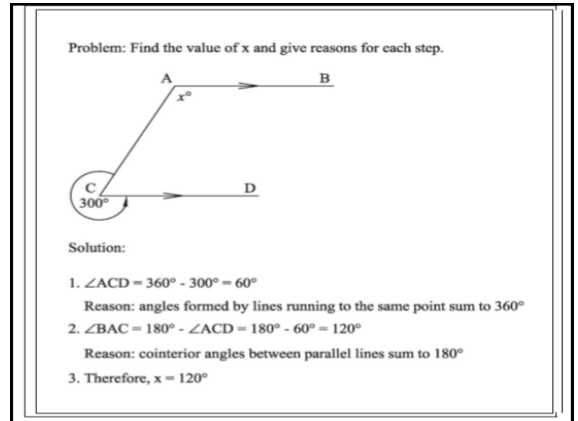
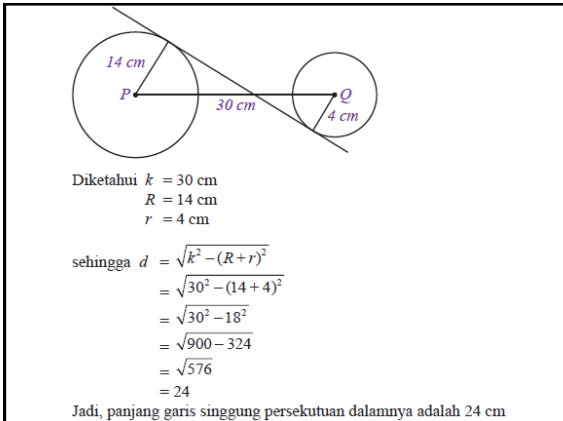
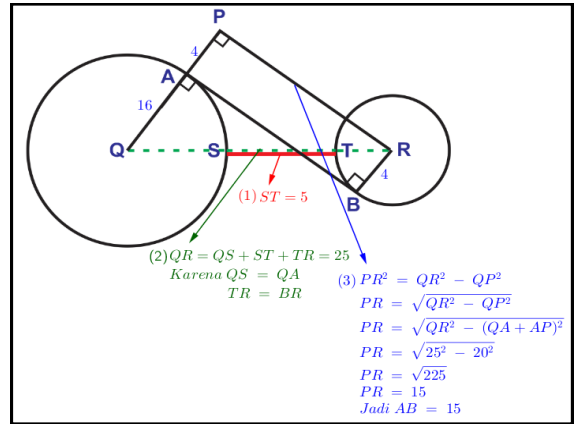
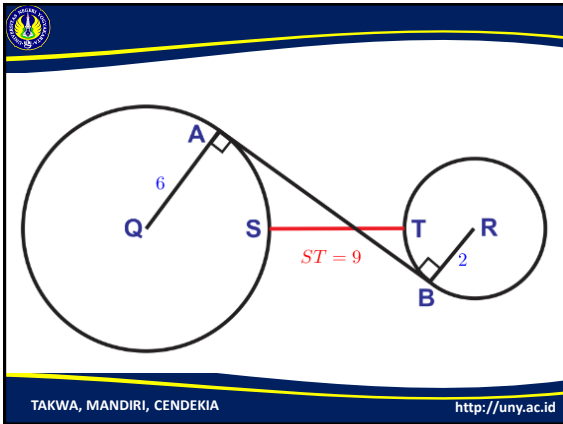


TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA <http://uny.ac.id>

Belajar dari contoh



TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA <http://uny.ac.id>





No	Study this example	Practice this problem:	Final answer
1.	$3p + 10 = 85$ $\Rightarrow 3p + 10 - 10 = 85 - 10$ [Subtract both sides by 10] $\Rightarrow 3p = 75$ $\Rightarrow \frac{3p}{3} = \frac{75}{3}$ [Divide both sides by 3] $\Rightarrow p = 25$	$4a + 13 = 65$	$a = 13$
Hence, the solution is $p = 25$.			

TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA

<http://uny.ac.id>

Alternating Example	Alternating Problem Solving	Blocked Example	Blocked Problem Solving
<ul style="list-style-type: none"> Study example 1a Solve similar problem 1b 	<ul style="list-style-type: none"> Solve problem 1a Solve similar problem 1b 	<ul style="list-style-type: none"> Study example 1a Study example 2a and so on 	<ul style="list-style-type: none"> Solve problem 1a Solve problem 2a and so on
<ul style="list-style-type: none"> Study example 2a Solve similar problem 2b and so on 	<ul style="list-style-type: none"> Solve problem 2a Solve similar problem 2b and so on 	<ul style="list-style-type: none"> Solve similar problem 1b Solve similar problem 2b and so on 	<ul style="list-style-type: none"> Solve similar problem 1b Solve similar problem 2b and so on

TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA

<http://uny.ac.id>

Terima Kasih

Endah Retnowati
e.retno@uny.ac.id
 0878-583-670-23

TAKWA, MANDIRI, CENDEKIA

<http://uny.ac.id>

PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA BERDASARKAN *COGNITIVE LOAD THEORY* DALAM PEMBELAJARAN GEOMETRI SMP OLEH GURU-GURU MGMP MATEMATIKA, KABUPATEN SLEMAN, DI YOGYAKARTA

Endah Retnowati, Sugiman, Ali Mahmudi, Wahyu Setyaningrum
Prodi Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Yogyakarta

Abstrak

Tujuan dari kegiatan Pengabdian Pada Masyarakat (PPM) ini adalah untuk memfasilitasi guru-guru matematika mengembangkan LKS berdasarkan *cognitive load theory* untuk pembelajaran geometri yang efektif dan efisien dan supaya guru-guru matematika menerapkan hasil-hasil penelitian dalam *cognitive load theory* dalam pengembangan LKS sehingga dapat mengajar geometri dengan efektif dan efisien. Tim PPM dari Prodi Pendidikan Matematika, UNY bekerjasama dengan MGMP Matematika Kabupaten Sleman sehingga terdapat sebanyak 40 guru matematika SMP yang berpartisipasi secara aktif. Kegiatan PPM diawali dengan pemaparan materi yang relevan secara klasikal. Ada dua topik yaitu (1) Esensi kurikulum 2013 dalam pembelajaran matematika, (2) Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berdasarkan *cognitive load theory* materi geometri SMP. Kegiatan ini PPM dilaksanakan secara berkelompok dimana peserta menyusun LKS berbagai macam materi geometri dengan pendekatan *cognitive load theory*, dilanjutkan dengan presentasi dan diskusi hasilnya. Selanjutnya, peserta menyempurnakan LKS yang disusun. Sebagai *reward*, peserta memperoleh sertifikat keikutsertaan kegiatan. Hasil evaluasi selama kegiatan menunjukkan bahwa peserta sangat antusias dengan materi yang dipelajari dan perlu ada kegiatan lanjutan untuk memfasilitasi guru-guru menyusun LKS dengan pendekatan yang sama untuk materi pembelajaran lainnya.

Kata-kata kunci: *cognitive load theory*, LKS, geometri SMP

A. Pendahuluan

Geometri menjadi salah satu ilmu matematika yang penting untuk dipelajari sejak pendidikan dasar. Di USA, perkumpulan guru matematika dalam NCTM (2007: 72) menyatakan tiga alasan mengapa geometri dipelajari. Alasan kesatu, “*geometry uniquely connects mathematics with the real physical world.*” Geometri adalah ilmu matematika yang mempelajari tentang bentuk dan pengukuran benda-benda yang secara nyata ada di sekitar siswa, misalnya jarak rumah, panjang kain atau luas lantai. Alasan kedua, “*geometry uniquely enables ideas from other areas of mathematics to be pictured.*” Geometri juga mempelajari tentang penyajian ide-ide matematis dari bidang aljabar, aritmetika atau statistika ke dalam model yang memberikan visualisasi atau gambaran sehingga lebih konkrit untuk difikirkan. Alasan ketiga, “*geometry*

nonuniquely provides an example of a mathematical system.” Sepertihalnya ilmu matematika yang lain, geometri dapat dipandang sebagai sistem yang terdiri atas aksioma, definisi dan teorema. Sistem ini memfasilitasi siswa untuk berfikir secara logis dalam pemecahan masalah geometri, misalnya dalam membuktikan kekongruenan, kesebangunan atau kesejajaran.

Dalam Kurikulum 2013 yang saat ini diterapkan, siswa SMP mempelajari 59 Kompetensi Dasar (KD) yang terdiri dari: 24 KD pada geometri, 22 KD pada aljabar, 9 KD pada bilangan, dan 4 KD pada statistika dan peluang (Permendikbud No. 24 Tahun 2016). Lebih khusus, pembelajaran matematika diarahkan pada pengembangan kemampuan pemecahan masalah di mana siswa diharapkan dapat menerapkan pengetahuan tentang konsep dan prosedur matematika dalam berbagai situasi. Pemecahan masalah (*problem solving*) juga merupakan standar proses pembelajaran yang sangat penting dalam pembelajaran matematika global (NCTM, 2000) karena kemampuan ini sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari dan dalam industri.

Prestasi geometri siswa perlu ditingkatkan melalui perbaikan kualitas pembelajaran yang berkelanjutan. Dalam Laporan Hasil *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) Tahun 2011 disebutkan bahwa dari 43 soal geometri, rata-rata jawaban benar siswa di level internasional mencapai 39% sedangkan siswa Indonesia hanya mencapai 24% (Mullis, Martin, Foy, & Arora, 2012). Dalam skala nasional, berdasarkan Laporan Hasil Ujian Nasional (UN) SMP Tahun 2016 diketahui bahwa penguasaan geometri siswa Indonesia berada pada persentase terendah jika dibandingkan dengan materi matematika lainnya (Puspendik Balitbang Kemdikbud, 2016), sebagaimana dalam Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Penguasaan Materi Matematika Ujian Nasional SMP Tahun 2016

No.	Kemampuan yang diuji	Kabupaten Sleman	Propinsi DIY	Nasional
1.	Operasi bilangan	55,68	51,99	60,64
2.	Operasi aljabar	48,47	46,75	57,28
3.	Geometri	46,48	44,03	52,04
4.	Statistik dan peluang	55,50	52,64	60,78

(Sumber: Puspendik Balitbang Kemdikbud, 2016)

Sementara itu, hasil-hasil penelitian mengenai bagaimana bahan ajar disusun agar pembelajaran yang berpusat pada siswa dapat terlaksana dengan efektif dan efisien telah banyak dilaksanakan, terutama oleh peneliti dalam bidang *cognitive load theory* (Sweller, Ayres &

Kalyuga, 2013). *Cognitive load theory* dirintis oleh ahli psikologi pembelajaran, John Sweller, dari Australia pada awal tahun 80-an. Teori ini dikembangkan berdasarkan sistem kognitif pada manusia, dengan asumsi bahwa (1) working memory mempunyai kapasitas yang terbatas untuk mengolah informasi baru/kompleks; (2) memori jangka panjang mempunyai kapasitas yang tidak terbatas; (3) belajar adalah mengkonstruksi pengetahuan melalui *schema acquisition* dan *automation* (Sweller, Ayres & Kalyuga, 2013).

Penelitian pada bidang *cognitive load theory* ini menggunakan metode eksperimen sehingga menghasilkan prinsip-prinsip penyusunan bahan ajar yang telah teruji. Prinsip-prinsip ini antara lain: mengelola *intrinsic cognitive load* dengan cara pengaturan tingkat kesulitan materi menyesuaikan pengetahuan awal siswa, meminimalkan *extraneous cognitive load* dengan cara menyajikan materi dengan menghindari *split-attention effect* dan *redundancy effect*; dan memaksimalkan *germane cognitive load* dengan cara menghadirkan materi yang mendorong siswa untuk belajar dan memahami materi. Bahan ajar sebaiknya disajikan dalam Lembar Kerja Siswa agar memfasilitasi pembelajaran yang berpusat pada siswa. Guru-guru matematika perlu memahami prinsip-prinsip *cognitive load theory* ini agar dapat menyajikan Lembar Kerja Siswa yang memaksimalkan hasil belajar. Berikut ini adalah kesalahan yang sering ditemui oleh tim Pengabdian Pada Masyarakat (PPM) ketika mendampingi mahasiswa calon guru atau guru dalam pengembangan bahan ajar, yaitu adanya *split-attention effect*.

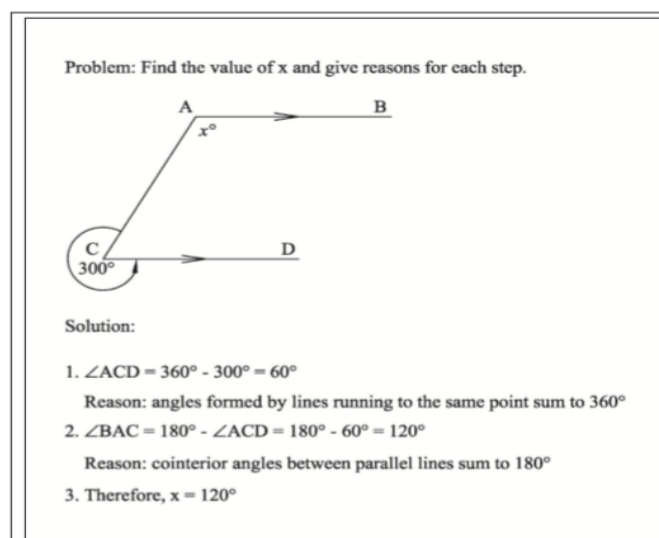


Diagram 1. Bahan ajar dengan *split-attention effect*

Guru-guru kurang menyadari bahwa penyebab kesulitan belajar siswa adalah materi yang disajikan dengan *split-attention* seperti di atas. Agar lebih mudah dipelajari, materi seperti di atas disajikan dengan teknik integrasi seperti Diagram 2 berikut ini.

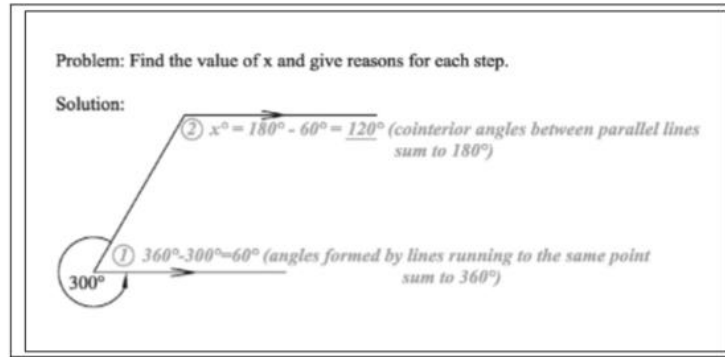


Diagram 2. Bahan ajar dengan teknik integrasi untuk menghindari *split-attention effect*.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka dilaksanakan kegiatan PPM yang lebih khusus bertujuan untuk guru-guru matematika mengembangkan LKS berdasarkan *cognitive load theory* untuk pembelajaran geometri yang efektif dan efisien. Dengan mengembangkan LKS, guru-guru matematika juga menerapkan hasil-hasil penelitian dalam *cognitive load theory* dalam pengembangan LKS sehingga dapat mengajar geometri dengan efektif dan efisien. Kegiatan PPM ini bermanfaat antara lain kompetensi pedagogik guru meningkat khususnya dalam pengembangan bahan ajar berupa LKS dalam pembelajaran matematika yang efektif dan efisien. Bagi dosen, kegiatan ini sangat bermanfaat karena hasil-hasil penelitian dalam *cognitive load theory* yang telah dilaksanakan oleh dosen (dan peneliti internasional) disebarluaskan kepada guru-guru.

B. Metode Pelaksanaan PPM

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PPM) ini melibatkan guru-guru yang kemungkinan sudah mendapatkan pelatihan tentang Kurikulum 2013 dan juga bahan ajar, tetapi masih memiliki pemahaman yang belum baik. Mitra UNY adalah sasaran utama dari kegiatan. Melalui analisis kebutuhan dan wawancara dengan perwakilan guru, terpilih MGMP Matematika Kabupaten Sleman sebagai peserta kegiatan PPM.

Kegiatan yang dilaksanakan menggunakan **metode pelatihan yang berpusat pada peserta** sehingga peserta diharapkan aktif untuk mengeksplorasi dan meningkatkan kompetensi pedagogiknya. Strategi pelatihan yang digunakan antara lain:

1. *Focused Group Discussion*

Dalam FGD, peserta difasilitasi untuk mengajukan masalah, mengumpulkan informasi, menggali ide-ide dan memperoleh penyelesaian atas masalah pembelajaran yang dihadapi, terutama dalam pengembangan LKS sesuai dengan pembelajaran yang diarahkan oleh Kurikulum 2013 dan sesuai dengan hasil-hasil penelitian dalam *cognitive load theory*.

2. Kerja kelompok dan kerja individu

- Peserta dibagi dalam kelompok topik-topik geometri yang dipelajari di SMP.
- Peserta dalam kelompoknya mengeksplorasi kedalaman materi topik tersebut.
- Peserta secara individu menyusun sendiri LKS.
- Peserta menerima pendampingan dari tim PPM selama menyusun LKS.

3. Presentasi

Peserta mempresentasikan LKS yang disusun dan mendapatkan tanggapan dari peserta yang lain.

4. Diskusi dan *feedback*

Tim PPM memfasilitasi diskusi dan memberikan *feedback* atas LKS yang disusun oleh peserta.

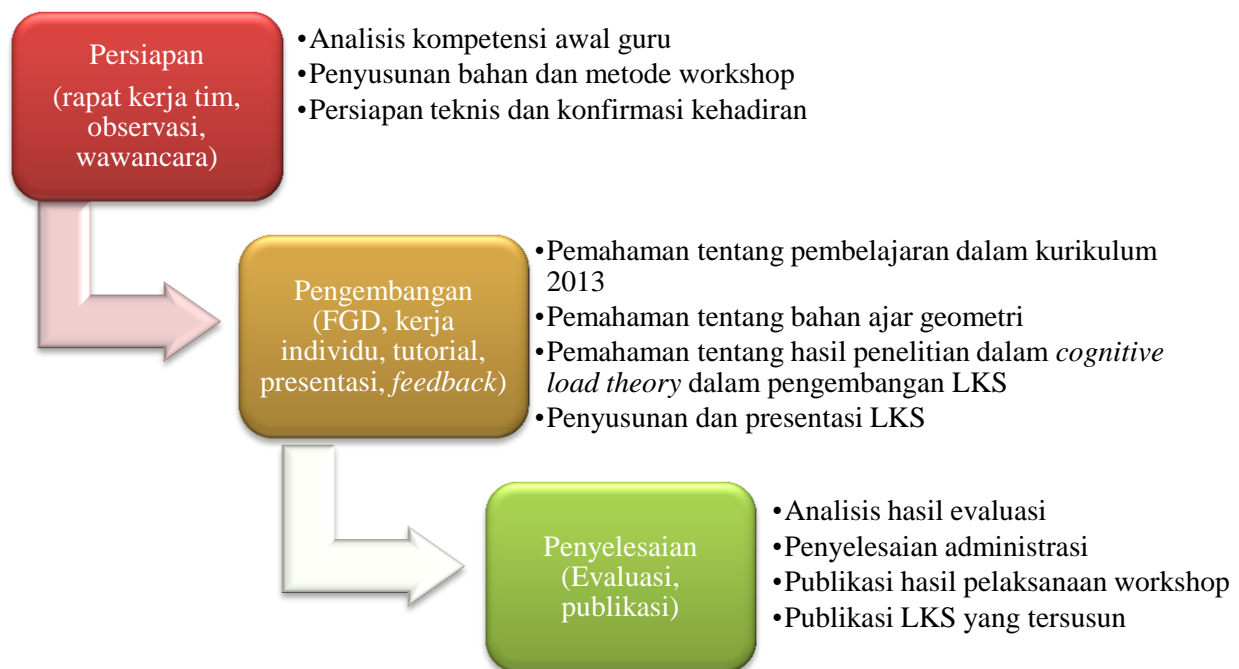


Diagram 4. Alur pelaksanaan program PPM

C. Hasil Kegiatan

Kegiatan PPM ini dilaksanakan pada awal tahun ajaran baru 2017/2018, yaitu Kamis, 10 Agustus 2017 dan Jumat, 11 Agustus 2017. Kegiatan dimulai pukul 7.30 dan selesai pukul 16.00, bertempat di Ruang Sidang II FMIPA UNY. Sebanyak 40 orang guru yang terundang dan 100% hadir dari awal hingga akhir. Guru memiliki motivasi yang tinggi untuk mengikuti kegiatan dengan aktif pada setiap sesi yang dilaksanakan, adalah:

1. Hari pertama :
 - 07.30 - 08.00 Registrasi
 - 08.00 – 12.00 Pemantapan pengetahuan awal
 - a. Esensi kurikulum 2013 dalam pembelajaran matematika
 - b. Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berdasarkan *cognitive load theory* materi geometri SMP
 - 12.00 – 13.00 Ishoma
 - 13.00 – 15.00 Pengembangan LKS
 - 15.00 – 15.30 Istirahat
 - 15.00 – 16.00 Presentasi dan diskusi

2. Hari kedua :
 - 07.30 – 16.00 Finalisasi LKS dan Pemberian *feedback*

Setiap peserta memperoleh sertifikat atas partisipasi aktif selama kegiatan.

D. Pembahasan

Tujuan dari kegiatan PPM ini tidak hanya untuk memfasilitasi guru-guru matematika mengembangkan LKS berdasarkan *cognitive load theory* untuk pembelajaran geometri yang efektif dan efisien dan agar guru-guru matematika menerapkan hasil-hasil penelitian dalam *cognitive load theory* dalam pengembangan LKS sehingga dapat mengajar geometri dengan efektif dan efisien. Sebelum pelaksanaan kegiatan, tim PPM mempersiapkan hasil-hasil penelitian yang akan didiseminasikan dan digunakan sebagai dasar pengembangan LKS, seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Judul publikasi yang didiseminasikan dalam PPM

Judul publikasi	Ringkasan
<p>Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. <i>Cognitive Science</i>, 12(2), 257-285. doi: 10.1016/0364-0213(88)90023-7</p> <p>Owen, E., & Sweller, J. (1985). What do students learn while solving mathematics problems? <i>Journal of Educational Psychology</i>(77), 272-284. doi: 10.1037/0022-0663.77.3.272</p>	<p>Pembelajaran berbasis problem solving hanya efektif jika siswa memiliki pengetahuan awal yang cukup.</p>
<p>Tarmizi, R. A., & Sweller, J. (1988). Guidance during mathematical problem solving. <i>Journal of Educational Psychology</i>, 80(4), 424-436.</p>	<p>Pembelajaran berbasis pemecahan masalah dimana siswa diberi contoh pemecahan masalah yang mengandung split-attention tidak efektif dipelajari.</p>
<p>Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glasser, R. (1989). Self explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. <i>Cognitive Science</i>(13), 145-182. doi: 10.1207/s15516709cog1302_1</p>	<p>Memberikan instruksi untuk menjelaskan kepada diri sendiri pada saat siswa belajar pemecahan masalah terbukti lebih efektif.</p>
<p>Ayres, P. (1993). Why goal-free problems can facilitate learning. <i>Contemporary Educational Psychology</i>, 18(3), 376-381. doi: 10.1006/ceps.1993.1027</p>	<p>Penyajian materi pemecahan masalah dengan pendekatan goal-free efektif dipelajari oleh siswa dengan pengetahuan awal yang minimal.</p>
<p>Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. <i>Cognition and Instruction</i>, 8(4), 293-332.</p> <p>Paas, F., & Merriënboer, J. G. (1994). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. <i>Educational Psychology Review</i>, 6(4), 351-371. doi: 10.1007/bf02213420</p> <p>Ward, M., & Sweller, J. (1990). Structuring effective worked examples. <i>Cognition and Instruction</i>, 7(1), 1-39. doi: 10.1207/s1532690xci0701_1</p>	<p>Bahan ajar yang disusun dengan pendekatan <i>worked example</i> yang disusun dengan memperhatikan struktur kognitif siswa lebih efektif terutama untuk siswa dengan pengetahuan awal rendah.</p>
<p>Moreno, R., & Mayer, R. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: the role of modality and contiguity. <i>Journal of Educational Psychology</i>, 91(2), 358-368.</p>	<p>Menyajikan bahan ajar dalam format multimedia harus memperhatikan <i>modality effect</i> agar lebih efektif dan efisien dipelajari.</p>
<p>Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. <i>Educational Psychologist</i>, 38(1), 23-31.</p> <p>Chen O; Kalyuga S; Sweller J, 2016, 'When</p>	<p>Siswa dengan pengetahuan awal yang rendah lebih baik belajar pemecahan masalah dengan pendekatan <i>worked-example</i>, sebaliknya, siswa dengan</p>

<p>Instructional Guidance is Needed', <i>The Educational and Developmental Psychologist</i>, vol. 33, pp. 149 - 162, http://dx.doi.org/10.1017/edp.2016.16</p>	<p>pengetahuan awal yang tinggi akan lebih baik belajar dengan problem solving yang menantang.</p>
<p>Retnowati, E., Ayres, P., & Sweller, J. (2010). Worked example effects in individual and group work settings. <i>Educational Psychology</i>, 30(3), 349-367. doi: 10.1080/01443411003659960</p> <p>Retnowati, E. (2012, 24-27 November). <i>Worked example in mathematics</i>. Paper presented at the The 2nd International Conference of STEM in Education, Beijing Normal University, China. Retrieved from http://stem2012.bnu.edu.cn/data/short%20paper/stem2012_88.pdf.</p>	<p>Pendekatan <i>worked example</i> tidak efektif dipelajari dalam kelompok.</p>
<p>Retnowati, E., Ayres, P., & Sweller, J. (2016). <i>Can Collaborative Learning Improve the Effectiveness of Worked Examples in Learning Mathematics?</i> <i>Journal of educational psychology</i>. doi: 10.1037/edu0000167</p>	<p>Siswa dengan pengetahuan awal rendah dapat belajar dengan pemecahan masalah yang tidak kompleks. Jika problem solving yang diberikan sangat kompleks, baik secara individu maupun kelompok, sulit diselesaikan apalagi dipelajari. Namun demikian, apabila <i>worked example</i> dihadirkan, siswa secara individu dapat mempelajarinya dengan efektif.</p>
<p>Retnowati, E., Sugiman, S. & Pratama, W.P. (submitted 2017). <i>Learning mathematics from goal-free problems: alone or together with friends?</i></p>	<p>Siswa dengan pengetahuan awal rendah dapat belajar pemecahan masalah dengan lebih efektif apabila disajikan dalam goal-free problem daripada dalam goal-given problem; lebih baik secara individu daripada secara kolaboratif.</p>

Kegiatan PPM ini menggunakan pendekatan pelatihan berpusat pada peserta sehingga kegiatan selalu memfasilitasi peserta agar mudah dalam memahami materi. Kegiatan secara umum adalah diskusi, yang diawali dengan membahas mengenai kurikulum 2013 untuk menyamakan persepsi pentingnya menyusun LKS sebagai bentuk memfasilitasi pembelajaran yang berpusat pada siswa. Kemudian dilanjutkan dengan diskusi mengenai hasil-hasil penelitian *cognitive load theory*, dengan menggunakan bahasa ilmiah namun praktis, disertai dengan contoh-contoh sehingga memudahkan guru dalam mempelajari dan menerapkannya dalam pengembangan LKS. Guru secara aktif mengembangkan LKS dalam kelompok kecil kemudian mempresentasikan dan mendapatkan masukan dari peserta serta pengampu PPM.

Faktor pendukung keterlaksanaan kegiatan adalah adanya kerja sama yang baik dengan MGMP Matematika Kabupaten Sleman dan kesiapan dari tim PPM. Keberhasilan dari kegiatan PPM ini diukur berdasarkan tiga indikator berikut: (1) Kehadiran penuh (tidak drop-out) sebanyak minimal 80% dari terundang. (2) Sebanyak 80% dari yang hadir menyelesaikan LKS yang dikembangkan sesuai dengan *cognitive load theory*. Peserta menanggapi sangat baik dan menyarankan agar kegiatan PPM tentang hal yang sama untuk topik matematika lainnya perlu ditindaklanjuti.

E. Simpulan

Kegiatan PPM dengan pendekatan pelatihan berpuat pada peserta, yaitu peserta secara aktif menyusun LKS pembelajaran geometri dapat dikatakan berhasil. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa peserta sangat antusias dengan materi yang dipelajari dan perlu ada kegiatan lanjutan untuk memfasilitasi guru-guru menyusun LKS dengan pendekatan yang sama untuk materi pembelajaran lainnya.

Daftar Pustaka

- Ayres, P. (1993). Why goal-free problems can facilitate learning. *Contemporary Educational Psychology, 18*(3), 376-381. doi: 10.1006/ceps.1993.1027
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction, 8*(4), 293-332.
- Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glasser, R. (1989). Self explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*(13), 145-182. doi: 10.1207/s15516709cog1302_1
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist, 38*(1), 23-31.
- Moreno, R., & Mayer, R. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: the role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology, 91*(2), 358-368.
- Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 International*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center.
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.

- NCTM. (2007). From 1980s : What Should Not Be in The Algebra and Geometry Curricula of Average College-Bound Students? *Mathematics Teacher Vol. 100*, 72-74.
- Chen O; Kalyuga S; Sweller J, 2016, 'When Instructional Guidance is Needed', *The Educational and Developmental Psychologist*, vol. 33, pp. 149 - 162, <http://dx.doi.org/10.1017/edp.2016.16>
- Owen, E., & Sweller, J. (1985). What do students learn while solving mathematics problems? *Journal of Educational Psychology*(77), 272-284. doi: 10.1037/0022-0663.77.3.272
- Paas, F., & Merriënboer, J. G. (1994). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 6(4), 351-371. doi: 10.1007/bf02213420
- Paas, F., Tuovinen, J. E., van Merriënboer, J., & Darabi, A. (2005). A motivational perspective on the relation between mental effort and performance: Optimizing learner involvement in instruction. *Educational Technology, Research and Development*, 53(3), 25-35.
- Permendikbud No. 24 Tahun 2016 tentang Kompetensi Inti Dan Kompetensi Dasar Pelajaran Pada Kurikulum 2013 Pada Pendidikan Dasar Dan Pendidikan Menengah.
- Retnowati, E. (2012, 24-27 November). *Worked example in mathematics*. Paper presented at the The 2nd International Conference of STEM in Education, Beijing Normal University, China. Retrieved from http://stem2012.bnu.edu.cn/data/short%20paper/stem2012_88.pdf.
- Retnowati, E., Ayres, P., & Sweller, J. (2010). Worked example effects in individual and group work settings. *Educational Psychology*, 30(3), 349-367. doi: 10.1080/01443411003659960
- Retnowati, E., Ayres, P., & Sweller, J. (2016). *Can Collaborative Learning Improve the Effectiveness of Worked Examples in Learning Mathematics?* *Journal of educational psychology*. doi: 10.1037/edu0000167
- Retnowati, E., Sugiman, S. & Pratama, W.P. (submitted 2017). *Learning mathematics from goal-free problems: alone or together with friends?*
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. doi: 10.1016/0364-0213(88)90023-7
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123-138. doi: 10.1007/s10648-010-9128-5
- Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why Some Material is Difficult to Learn? *Cognition and Instruction*, 12(3), 185-233.

Sweller, J., Ayres, P. & Kalyuga, S. (2013). *Cognitive Load Theory*. New York, NY: Springer

Tarmizi, R. A., & Sweller, J. (1988). Guidance during mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 80(4), 424-436.

Ward, M., & Sweller, J. (1990). Structuring effective worked examples. *Cognition and Instruction*, 7(1), 1-39. doi: 10.1207/s1532690xci0701_1