

LAPORAN PPM BERBASIS HASIL PENELITIAN



Judul:

PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA BERDASARKAN
COGNITIVE LOAD THEORY DALAM PEMBELAJARAN ALJABAR SMP

Diusulkan Oleh

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

Wahyu Setyaningrum, S.Pd., M.Ed., Ph.D./NIP. 19810319 200312 2 001

Dr. Ali Mahmudi, M.Pd./NIP. 19730623 199903 1 001

Dr. Drs. Sugiman, M.Si./NIP. 19650228 199101 1 001

Nur Azizah/NIM. 16709251017

Hajarul Masi Hanifatur Rohman/NIM. 16709251052

Oriza Devi Febrina/NIM. 14301241019

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
TAHUN 2018

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

Endah Retnowati, Sugiman, Ali Mahmudi, Wahyu Setyaningrum

Jurusan Pendidikan Matematika, FMIPA

Abstrak

Tujuan dari kegiatan Pengabdian Pada Masyarakat (PPM) ini adalah untuk memfasilitasi guru-guru matematika mengembangkan LKS berdasarkan *cognitive load theory* untuk pembelajaran aljabar yang efektif dan efisien dan supaya guru-guru matematika menerapkan hasil-hasil penelitian dalam *cognitive load theory* dalam pengembangan LKS sehingga dapat mengajar aljabar dengan efektif dan efisien. Tim PPM dari Prodi Pendidikan Matematika, UNY bekerjasama dengan MGMP Matematika Kabupaten Kulon Progo sehingga terdapat sebanyak 75 guru matematika SMP yang berpartisipasi secara aktif. Kegiatan yang dilaksanakan menggunakan metode pelatihan yang berpusat pada peserta, 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 dalam kelompoknya mengeksplorasi kedalaman materi topik aljabar dan kemudian secara individu menyusun sendiri 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. Sebagai *reward*, peserta memperoleh sertifikat keikutsertaan kegiatan. Hasil evaluasi selama kegiatan menunjukkan bahwa kegiatan terlaksana dengan baik dan perlu ada kegiatan lanjutan untuk memfasilitasi guru-guru menyusun LKS dengan pendekatan yang sama untuk materi pembelajaran lainnya.

DAFTAR ISI

A. Judul	1
B. Analisis Situasi.....	1
C. Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Kegiatan.....	5
E. Manfaat Kegiatan	5
F. Khalayak Sasaran	10
G. Metode Kegiatan	10
H. Hasil Pelaksanaan.....	11
I. Hasil Evaluasi	11
J. Penggunaan anggaran.....	12
K. Lampiran.....	12

A. Judul

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

B. Analisis Situasi

Aljabar menjadi salah satu ilmu matematika yang penting untuk dipelajari. Pada tingkat pendidikan dasar, aritmetika sebagai dasar dari aljabar dipelajari dengan pendekatan induktif dan konkrit. Pada tingkat dasar menengah, siswa perlu belajar matematika dengan pendekatan deduktif dan abstrak menyesuaikan dengan perkembangan kognitifnya. Sepertihalnya ilmu matematika yang lain, aljabar dapat dipandang sebagai sistem yang terstruktur terdiri atas aksioma, definisi dan teorema. Sistem ini memfasilitasi siswa untuk berfikir secara deduktif logis dalam pemecahan masalah aljabar, misalnya dalam memodelkan masalah kontekstual, menyelesaikan komputasi dan membuktikan.

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). Dalam *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS), diketahui terdapat 30% soal tentang bilangan, 30% tentang aljabar, 20% tentang geometri, dan 20% tentang data dan peluang (Mullis, Martin, Foy, & Arora, 2012). Fakta ini menunjukkan bahwa baik secara nasional maupun internasional materi bilangan dan aljabar dipandang sebagai materi yang penting untuk dipelajari dalam matematika.

Meninjau capaian prestasi aljabar siswa, peningkatan melalui perbaikan kualitas pembelajaran sebaiknya selalu dilakukan dan berkelanjutan. Dalam skala nasional, berdasarkan Laporan Hasil Ujian Nasional (UN) SMP Tahun 2016/2017 diketahui bahwa penguasaan geometri siswa Indonesia berada pada persentase terendah jika dibandingkan dengan materi matematika lainnya (Puspendik Balitbang Kemdikbud, 2017), sebagaimana dalam Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Penguasaan Materi Matematika Ujian Nasional SMP Tahun 2016/2017

No.	Materi yang diuji	Kabupaten Kulon Progo (5838 Siswa)	Propinsi DIY (51021 Siswa)	Nasional
1.	Operasi bilangan	54,52	56,76	51,05
2.	Operasi aljabar	54,43	57,02	48,60
3.	Geometri dan Pengukuran	56,84	58,76	48,57
4.	Statistik dan Peluang	66,48	68,42	56,40

(Sumber: Puspendik Balitbang Kemdikbud, 2017)

Dapat menyelesaikan masalah aljabar merupakan kompetensi yang dikembangkan dalam pembelajaran matematika, termasuk aljabar. Seperti dinyatakan oleh *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2000), kemampuan pemecahan masalah sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari dan dalam dunia kerja. Dengan kompetensi ini, siswa diharapkan dapat menerapkan pengetahuan tentang konsep dan prosedur matematika dalam berbagai situasi. Pemecahan masalah (*problem solving*) merupakan standar capaian dalam pembelajaran matematika dan sekaligus sebagai standar proses pembelajaran yang sangat penting dalam pembelajaran matematika. Dengan kata lain, kompetensi ini dikembangkan melalui kegiatan pembelajaran dengan pemecahan masalah.

Sementara itu, hasil-hasil penelitian mengenai bagaimana bahan ajar disusun agar pembelajaran yang berpusat pada pengembangan kompetensi pemecahan masalah 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.

Sebagai contoh, materi aljabar (persamaan linier satu variabel) untuk kelas 7 dipelajari dengan menyelesaikan *problem solving* sebagai berikut.

Sebuah kertas kado berbentuk persegi panjang berukuran panjang $(5x + 4)$ cm dan lebar $(2x + 6)$ cm. Keliling kertas tersebut adalah 202 cm. Tentukan luas kertas kado tersebut.

Untuk siswa yang belum mempunyai *prior knowledge* yang cukup mengenai penyelesaian masalah kontekstual, khususnya memodelkan, menyelesaikan persamaan linier satu variabel dan menyimpulkan penyelesaian masalah, siswa dapat belajar dari *worked example*, yaitu contoh yang mudah dikerjakan kemudian menyelesaikan *problem solving* yang serupa yang sudah dipasangkan. Gambar 1 berikut ini adalah contoh *worked example*.

Contoh Penyelesaian Masalah 1

Pelajari cara menyelesaikan masalah berikut dengan memahami setiap langkah dan menjelaskan kepada diri sendiri.

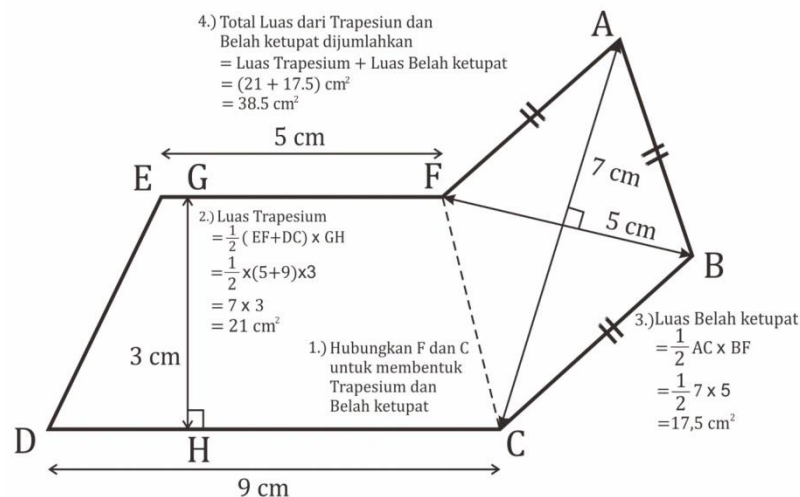
Sebuah kertas karton berbentuk persegi panjang berukuran **panjang** $(4x + 1)$ cm dan **lebar** $(x + 9)$ cm. **Keliling** kertas tersebut adalah 120 cm. **Tentukan luas kertas tersebut.**

Jawab:

Penjelasan Langkah	Uraian Penyelesaian
<u>Langkah 1</u> Membuat bentuk aljabar dari soal cerita	Keliling = $2 \times (\text{panjang} + \text{lebar})$ $\Leftrightarrow 120 = 2 \times ((4x + 1) + (x + 9))$ $\Leftrightarrow 120 = 2 \times (5x + 10)$ $\Leftrightarrow 120 = 10x + 20$
<u>Langkah 2</u> Menentukan nilai variabel untuk menentukan unsur-unsur yang diperlukan dalam penghitungan	$\Leftrightarrow 10x = 120 - 20$ $\Leftrightarrow 100 = 10x$ $\Leftrightarrow x = \frac{100}{10}$ $\Leftrightarrow x = 10$
<u>Langkah 3</u> Menentukan unsur-unsur yang diperlukan dan mencari solusi permasalahan yang ditanyakan di soal	Panjang = $4x + 1 = 4 \times 10 + 1 = 41$ Lebar = $x + 9 = 10 + 9 = 19$ Luas = panjang \times lebar $= 41 \times 19$ $= 779$
<u>Langkah 4</u> Menyimpulkan	Jadi, luas kertas tersebut adalah 779 cm^2 .

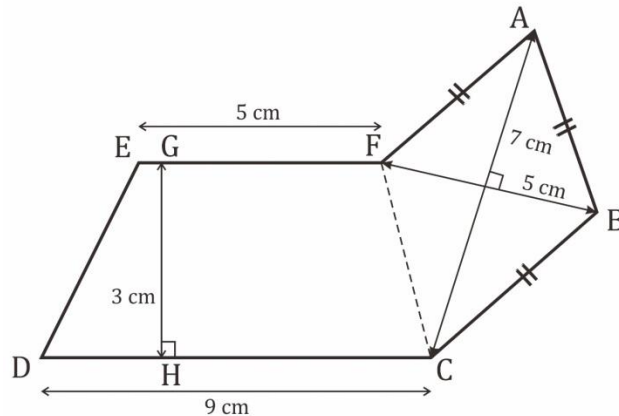
Gambar 1. Contoh *worked example*

Namun demikian, banyak guru yang kesulitan dalam menyajikan *worked example* karena belum memahami dengan baik mengenai *intrinsic cognitive load*, *germane cognitive load* dan *extraneous cognitive load*. Misalnya, guru-guru kurang menyadari bahwa penyebab kesulitan belajar siswa adalah materi yang disajikan dengan *split-attention* (Gambar 3). Agar lebih mudah dipelajari, materi yang sama sebaiknya disajikan dengan teknik integrasi seperti pada Gambar 2.



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

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*.



Langkah penyelesaian luas bangun di atas:

- 1) Hubungkan F dan C untuk membentuk trapesium dan belah ketupat.
- 2) Luas trapesium $= \frac{1}{2} \times (EF + DC) \times GH$
 Luas trapesium $= \frac{1}{2} \times (5 + 9) \times 3 = 21 \text{ cm}^2$
- 3) Luas belah ketupat $= \frac{1}{2} \times AC \times BF$
 Luas belah ketupat $= \frac{1}{2} \times 7 \times 5 = 17,5 \text{ cm}^2$
- 4) Total luas dari trapesium dan belah ketupat dijumlahkan
 Total luas = Luas trapesium + Luas belah ketupat = $(21 + 17,5) \text{ cm}^2 = 38,5 \text{ cm}^2$

Gambar 2. Bahan ajar dengan *split-attention effect*

C. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi masalah:

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

Rumusan masalah:

1. Bagaimana pengembangan LKS berdasarkan *cognitive load theory* untuk pembelajaran aljabar yang efektif dan efisien?

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

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

E. 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.

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.

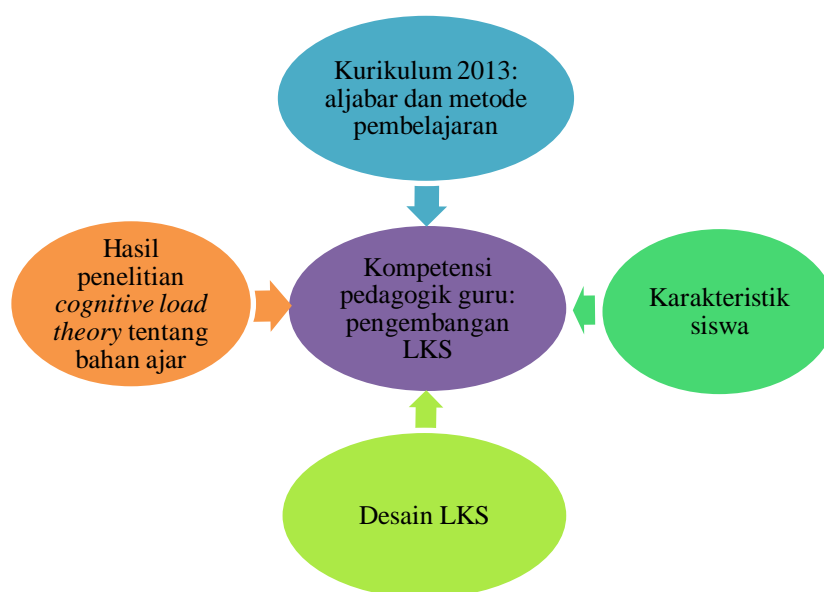


Diagram 3. Kerangka penyelesaian masalah PPM

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, Merriënboer 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	Pembelajaran berbasis problem solving hanya efektif jika siswa memiliki pengetahuan awal yang cukup.
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	
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.	Bahan ajar yang disusun dengan pendekatan <i>worked example</i> yang disusun

<p>Paas, F., & Merriënboer, J. G. (1994). <i>Cognition and Instruction</i>, 8(4), 293-332.</p> <p>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>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 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. (2017). Faded-example as a Tool to Acquire and Automate Mathematics Knowledge. <i>Journal of Physics: Conference Series</i>, 824(1), 012054.</p>	<p>Teknik faded example dapat diterapkan kepada siswa yang mempunyai prior knowledge yang cukup tetapi belum lancar dalam menerapkan ke pemecahan masalah yang lebih bervariasi atau lebih kompleks.</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>

Retnowati, E., Sugiman, S. & Pratama, W.P. (submitted 2017). <i>Learning mathematics from goal-free problems: alone or together with friends?</i>	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.
---	--

F. Khalayak Sasaran

Peserta dalam kegiatan workshop ini terdiri atas guru-guru matematika perwakilan MGMP Matematika di Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta yang dipilih karena menjadi mitra UNY dan sesuai dengan tujuan serta rancangan program PPM. Dalam PPM ini, sejumlah 75 guru terdaftar dan berpartisipasi dalam seluruh kegiatan.

G. 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 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

- a. Peserta dibagi dalam kelompok topik-topik aljabar yang dipelajari di SMP.
- b. Peserta dalam kelompoknya mengeksplorasi kedalaman materi topik tersebut.
- c. Peserta secara individu menyusun sendiri LKS.
- d. 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.

H. Hasil Pelaksanaan

Kegiatan PPM dilaksanakan sebagai berikut:

No.	Kegiatan	Waktu	Tempat
1.	Penjadwalan dan penyusunan materi PPM dengan metode FGD dan praktik	21 Mei 2018 20 Juli 2018 6 Agustus 2018	Kampus UNY
2.	Pelaksanaan PPM hari pertama, dengan metode FGD dan simulasi Materi: a. Problem solving dalam pembelajaran matematika b. Pembelajaran dengan pendekatan <i>cognitive load theory</i>	13 September 2018	SMP Negeri 1 Wates, Kulon Progo
3.	Pelaksanaan PPM hari kedua dengan metode diskusi kelompok dan presentasi Materi: a. Praktik menyusun problem solving b. Praktik dan presentasi menyusun pembelajaran dengan pendekatan <i>cognitive load theory</i> c. Evaluasi hasil PPM	20 September 2018	SMP Negeri 1 Wates, Kulon Progo

Kehadiran peserta hampir 100% di seluruh kegiatan. Foto-foto kegiatan dan materi PPM terlampir.

I. Hasil Evaluasi

Tim PPM menyebarkan angket untuk mengevaluasi keterlaksanaan PPM. Tabel berikut ini adalah isi utama dari instrumen evaluasi yang digunakan.

No.	Pernyataan		1	2	3	4	5	
1.	Materi pelatihan sesuai dengan kebutuhan guru	Tidak sesuai						Sangat sesuai
2.	Kebaruan materi pelatihan	Kuno						Baru
3.	Metode penyampaian materi	Sulit dipahami						Mudah dipahami
4.	Keahlian pemateri	Awam						Ahli
5.	Interaksi pemateri dengan peserta	Pasif						Aktif
6.	Tingkat kesulitan materi	Mudah						Sulit
7.	Alokasi waktu materi	Sedikit						Banyak
8.	Tugas pelatihan	Membosankan						Menantang
9.	Umpan balik yang diberikan	Tidak bermanfaat						Sangat bermanfaat
10	Fasilitas pelatihan	Kurang						Berlimpah

Dari hasil analisis, diperoleh rerata skor adalah 3,7 dari skor maksimal 5, yang dikategorikan baik. Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa guru, hambatan yang dialami antara lain:

- (1) Pelaksanaan di siang hari kurang nyaman
- (2) Bersamaan dengan kegiatan lain yang ditugaskan oleh kepala sekolah sehingga tidak dapat mengikuti keseluruhan
- (3) Materi masih baru sehingga perlu banyak contoh dan tambahan waktu

Jenis pelatihan yang diperlukan di masa yang akan datang, menurut peserta PPM adalah sama dengan yang saat ini dilaksanakan sebagai pendalaman agar dapat digunakan dalam pembelajaran dan Penelitian Tindakan Kelas.

J. Penggunaan anggaran

No	Uraian	Anggaran
1	Honorarium	0
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 (75 x 2 hari x Rp 20.000,00)	Rp 3.000.000,00
h.	Konsumsi rapat tim (2 x 6 orang x Rp 10.000,00)	Rp 120.000,00
i.	Penyusunan materi	Rp 3.000.000,00
3	Perjalanan	
a.	Transportasi narasumber (4 x 2 hari x Rp 250.000,00)	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 10.000.000,00

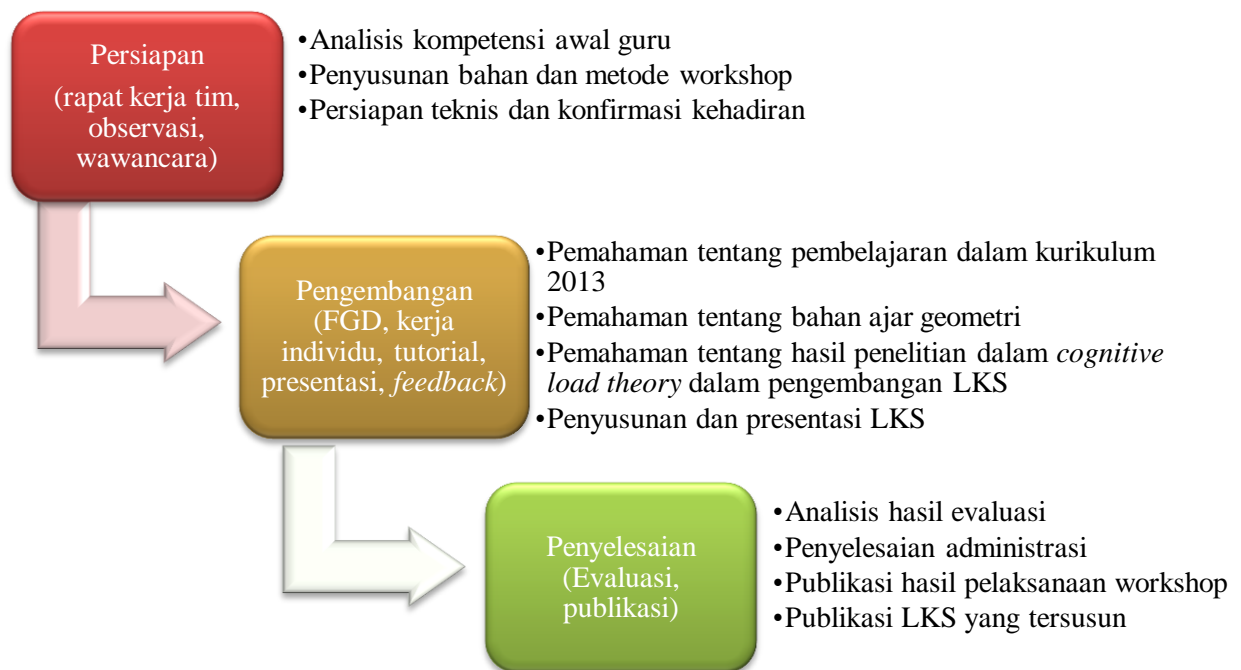
K. Lampiran

1. 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

2. Gambaran skenario program kegiatan/teknologi yang akan dilaksanakan dan atau dikembangkan.



Gambar 4. Pelaksanaan program PPM

3. Foto-foto kegiatan
4. Materi PPM
5. Sertifikat kegiatan

FOTO-FOTO KEGIATAN PPM



FOTO-FOTO KEGIATAN PPM





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

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



1

- Bagaimana siswa berfikir?

2

- Contoh worked-example

3

- Pengembangan worked-example



Siapakah guru matematika?

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

Bagaimanakah pembelajaran yang bermakna?

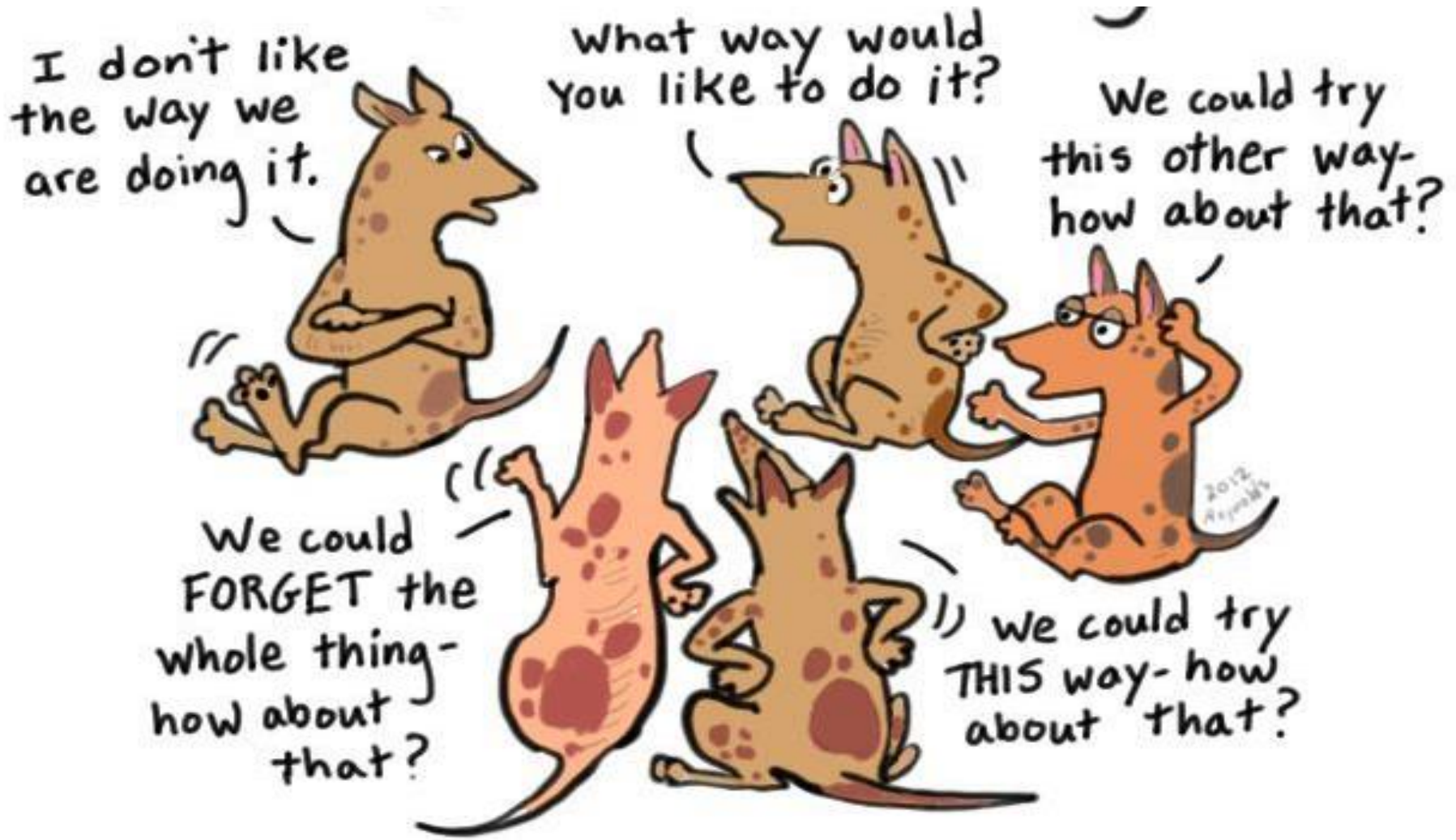


PROBLEM SOLVING

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

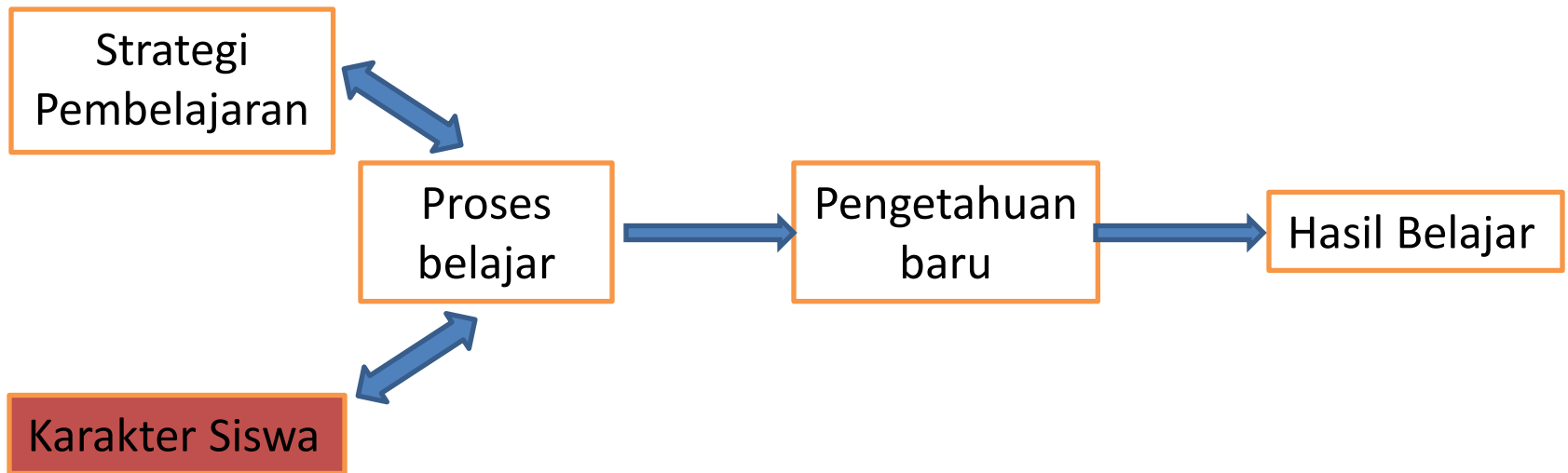


Bagaimanakah pembelajaran yang bermakna?





Pembelajaran yang bermakna



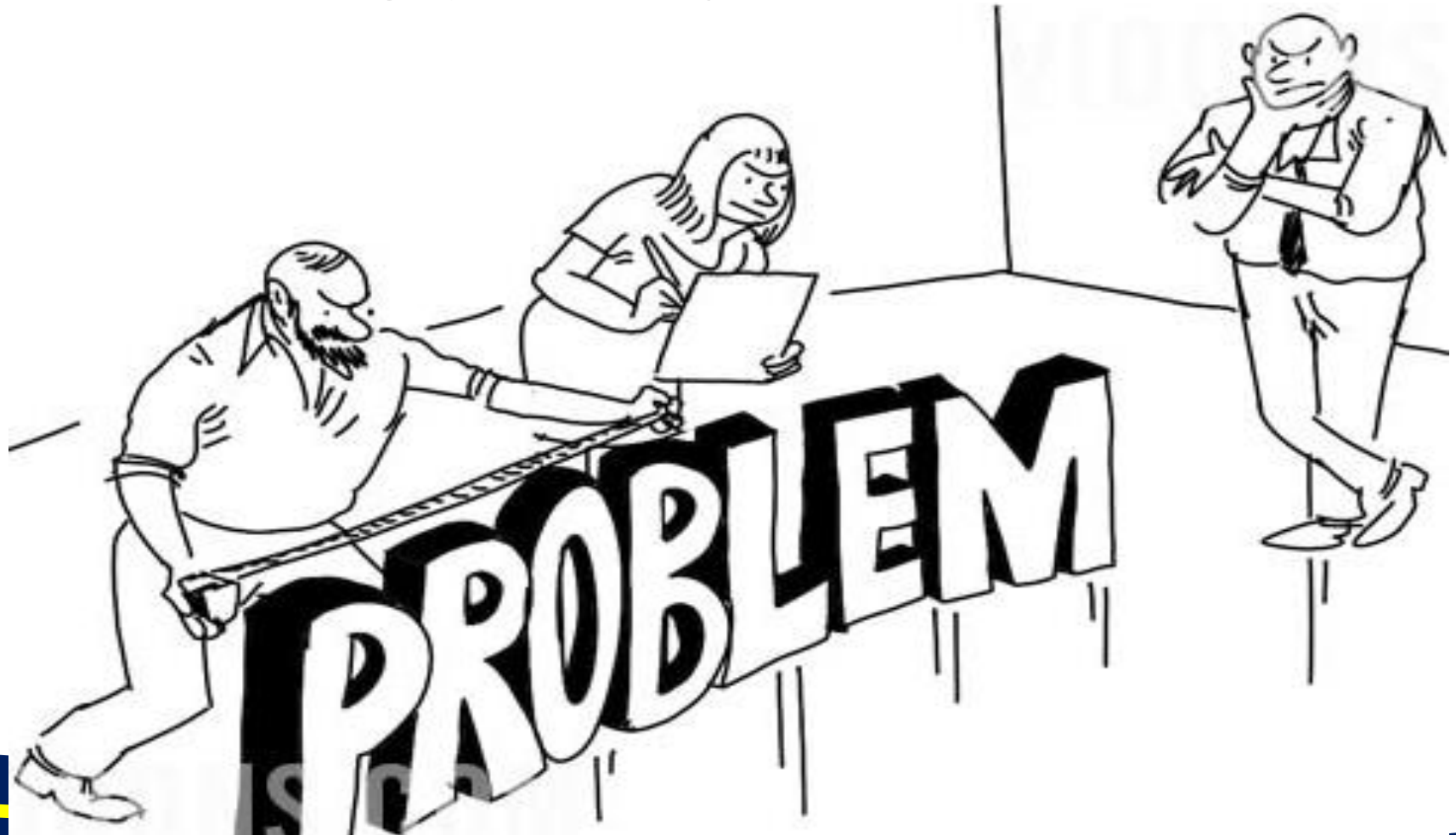




Pertanyaan

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?

Strategi pembelajaran matematika





circle key numbers



Underline the questions



box

any math action words



Evaluate (what steps do I take?)

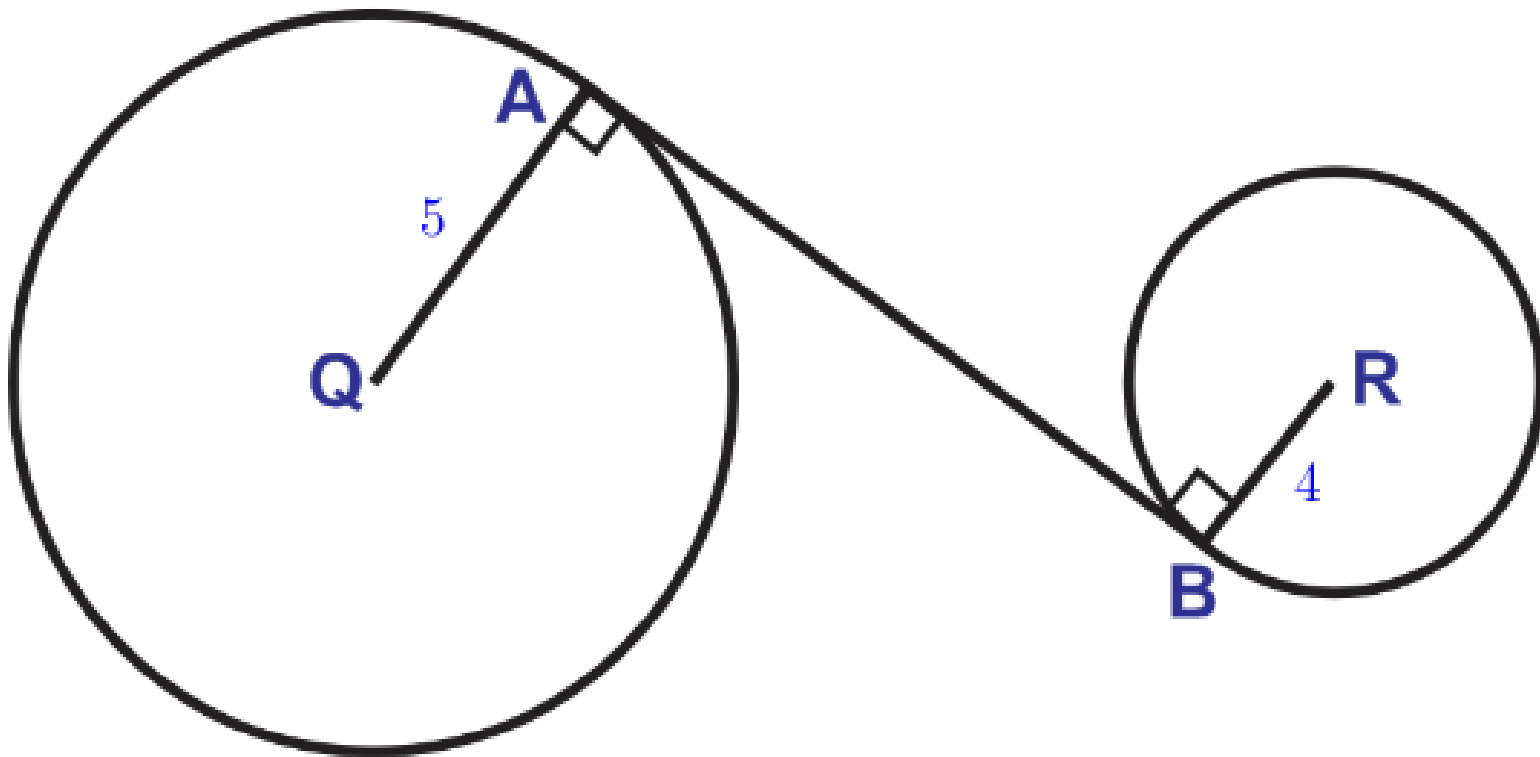


solve

& check



Materi prasyarat apa yang diperlukan?





Materi prasyarat apa yang diperlukan?

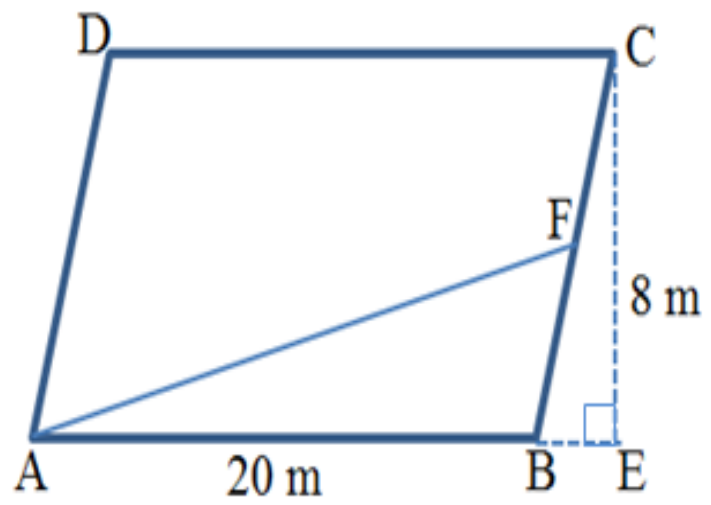
Tentukan x pada $2x/5 - 1 = 8$.

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 ...		

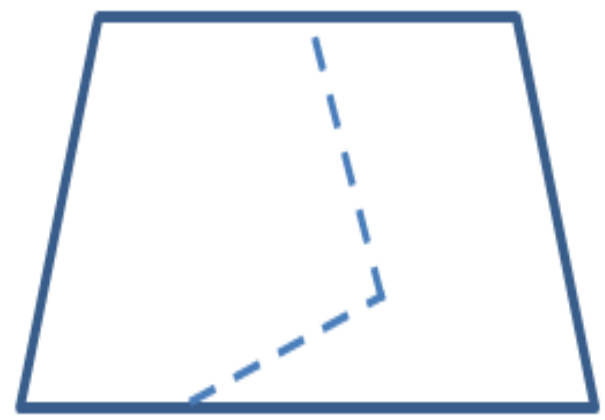


Apabila $BF = FC$, tentukan luas segitiga ABF.



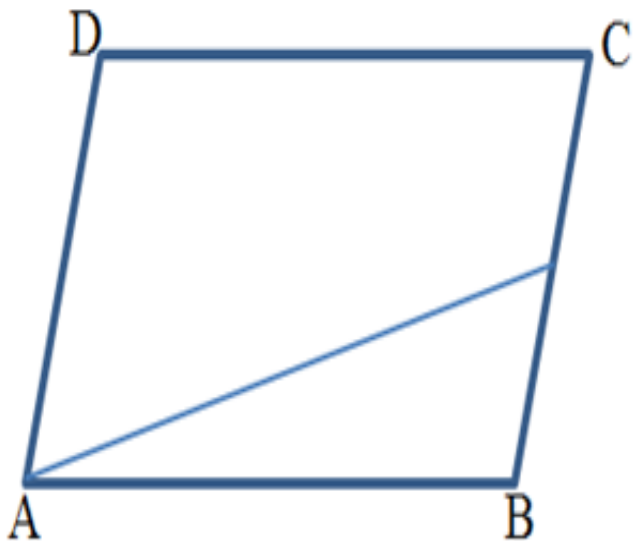
(a) relatif kurang kompleks

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.

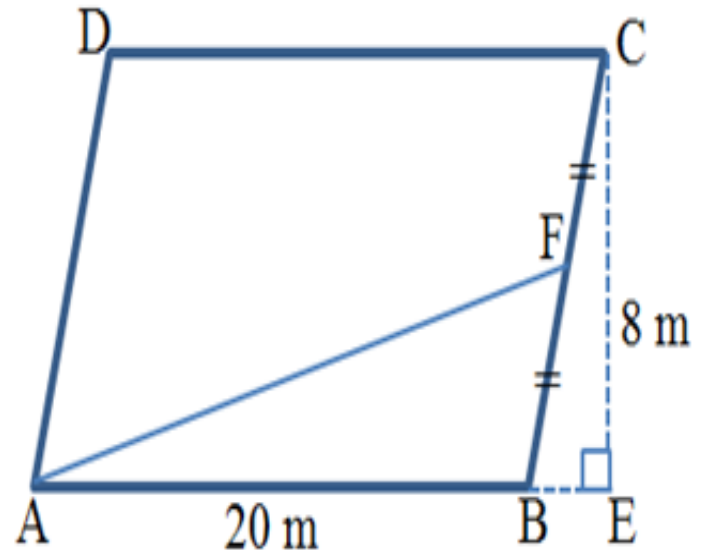


(b) relatif lebih kompleks

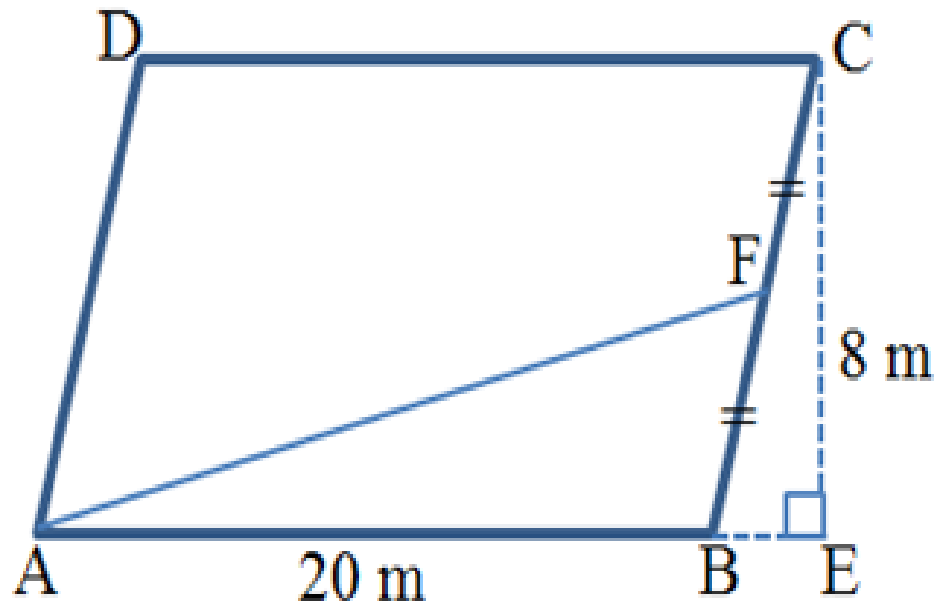
Diberikan sebuah jajar genjang ABCD dimana tingginya adalah 8 m dan panjangnya adalah 20 m. Apabila $BF = FC$, tentukan luas segitiga ABF.



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

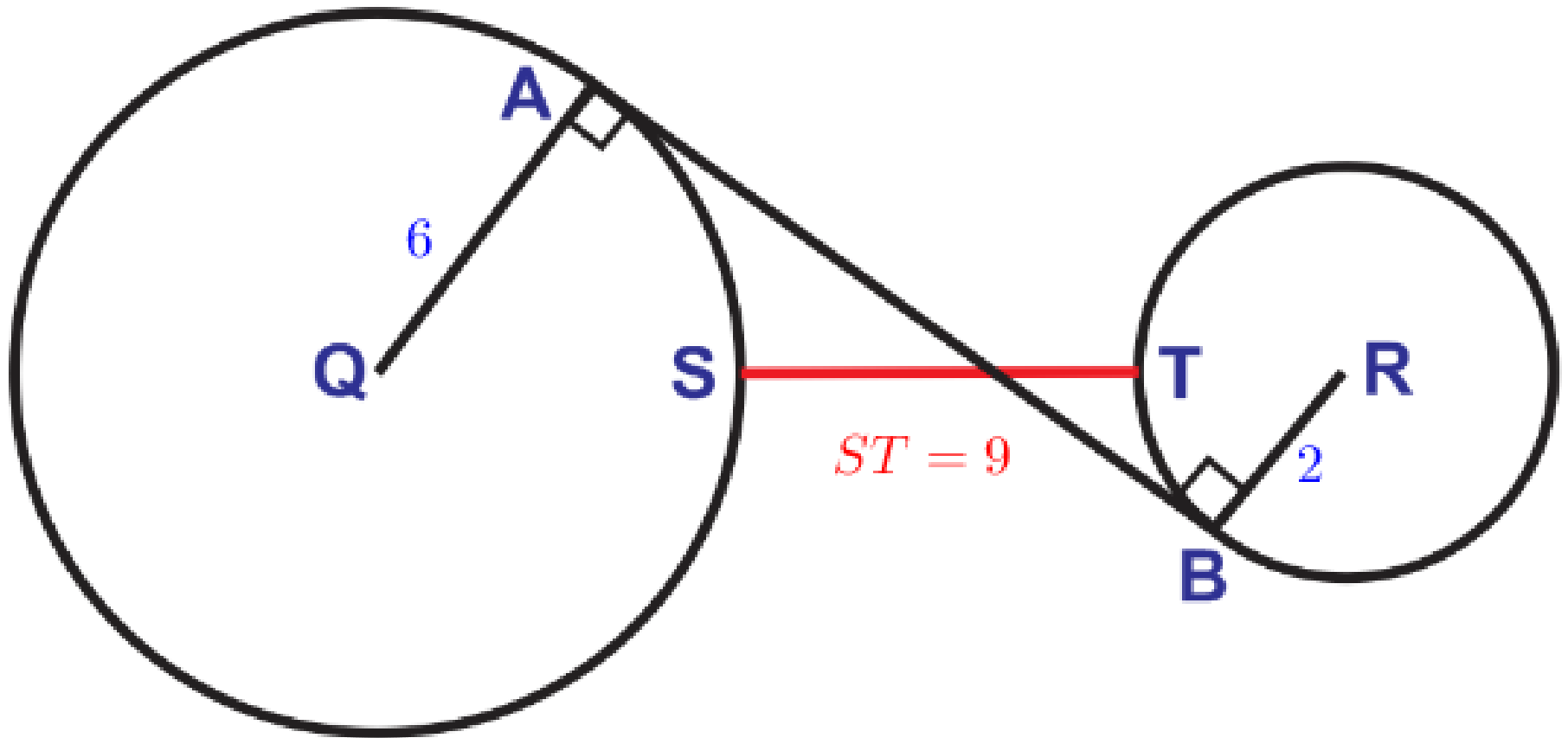


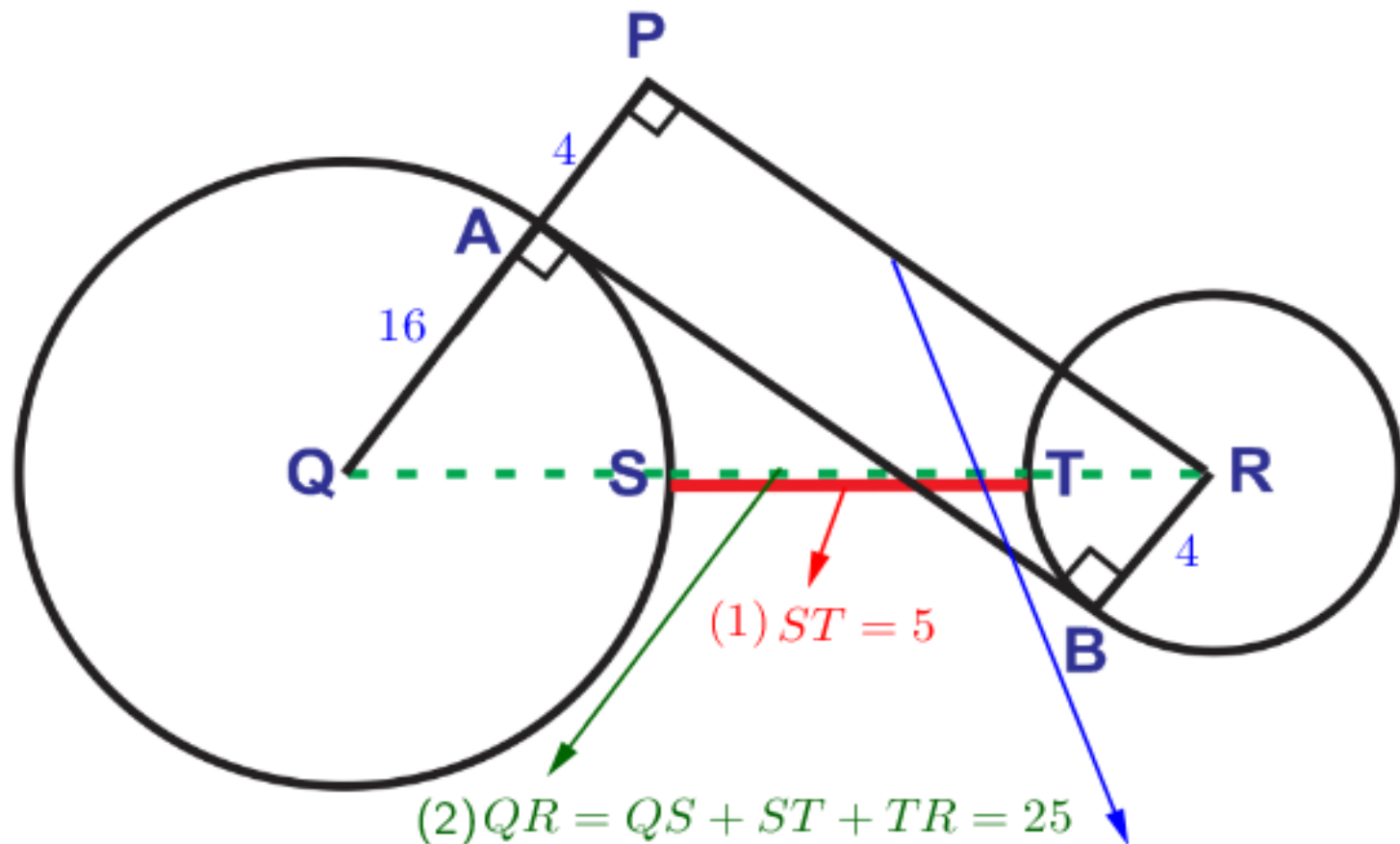
Tentukan luas segitiga ABF pada gambar berikut.



Belajar dari contoh







(2) $QR = QS + ST + TR = 25$

Karena $QS = QA$

$TR = BR$

(3) $PR^2 = QR^2 - QP^2$

$$PR = \sqrt{QR^2 - QP^2}$$

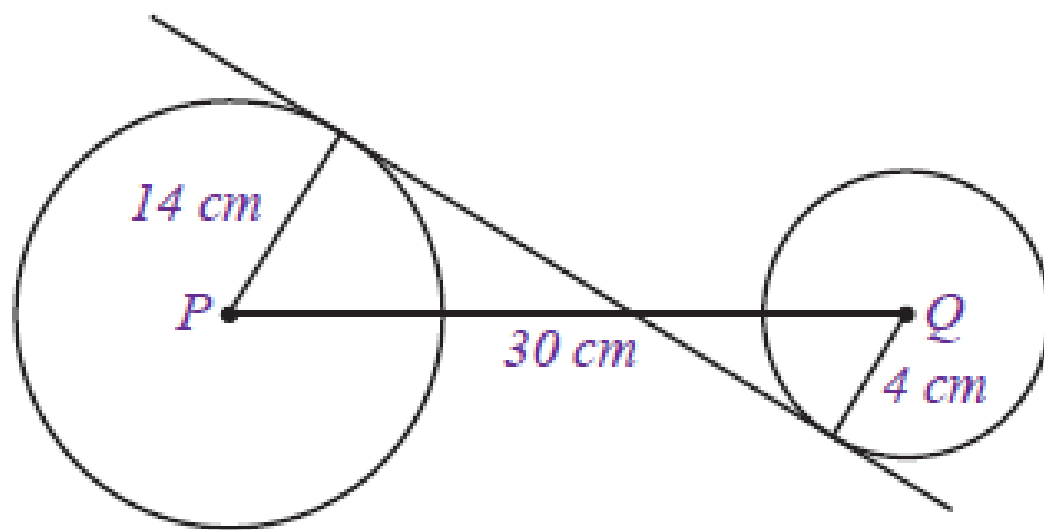
$$PR = \sqrt{QR^2 - (QA + AP)^2}$$

$$PR = \sqrt{25^2 - 20^2}$$

$$PR = \sqrt{225}$$

$$PR = 15$$

Jadi $AB = 15$



Diketahui $k = 30 \text{ cm}$

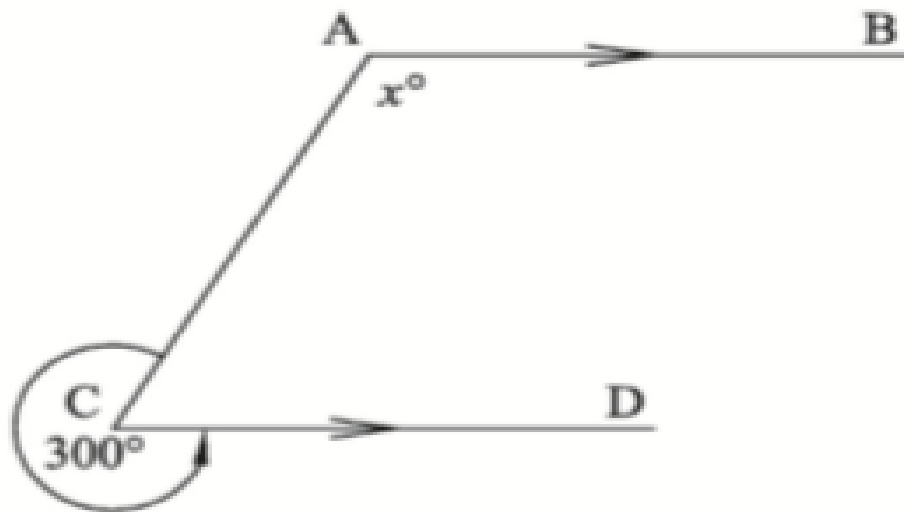
$$R = 14 \text{ cm}$$

$$r = 4 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{sehingga } d &= \sqrt{k^2 - (R+r)^2} \\ &= \sqrt{30^2 - (14+4)^2} \\ &= \sqrt{30^2 - 18^2} \\ &= \sqrt{900 - 324} \\ &= \sqrt{576} \\ &= 24 \end{aligned}$$

Jadi, panjang garis singgung persekutuan dalamnya adalah 24 cm

Problem: Find the value of x and give reasons for each step.



Solution:

1. $\angle ACD = 360^\circ - 300^\circ = 60^\circ$

Reason: angles formed by lines running to the same point sum to 360°

2. $\angle BAC = 180^\circ - \angle ACD = 180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$

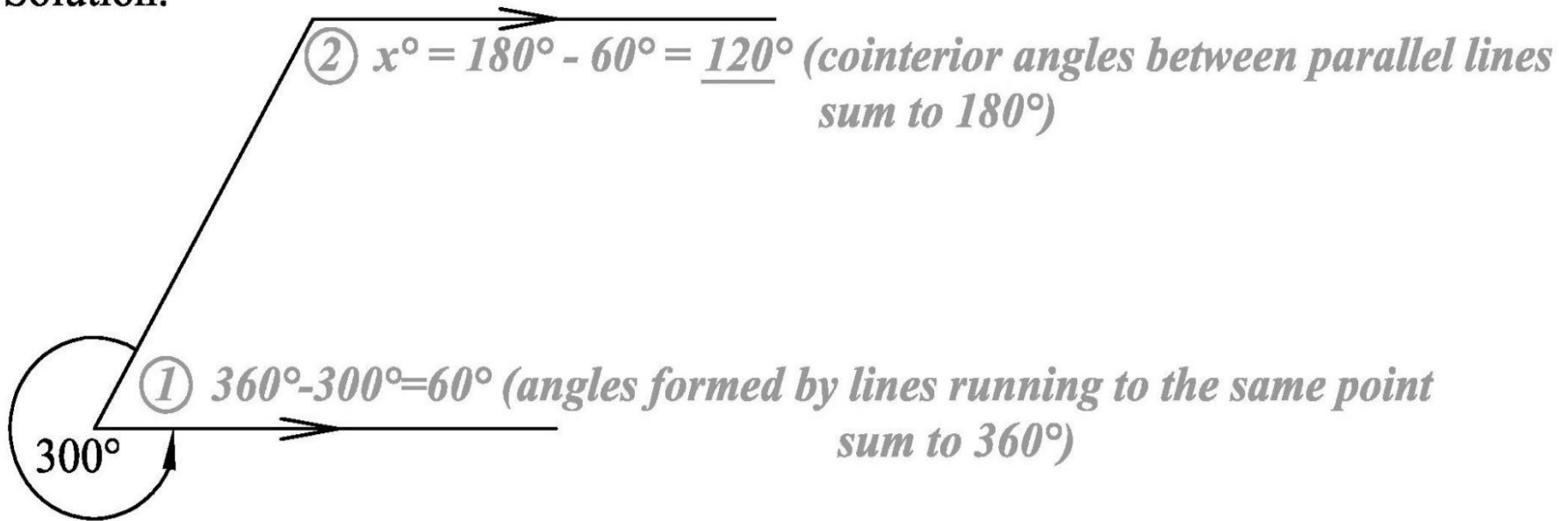
Reason: cointerior angles between parallel lines sum to 180°

3. Therefore, $x = 120^\circ$



Problem: Find the value of x and give reasons for each step.

Solution:



What e.g., pizza

West 17th Street New York NY US

Search

Search the map
Find businesses
Get Directions

Local

Print Email



What e.g., pizza

West 17th Street New York NY US

Search

[Search the map](#)

[Find businesses](#)

[Get Directions](#)

Where e.g., Poughkeepsie, NY

Print Email

Local



1. Take Carmine St to the intersection with 6th Avenue

2. Turn left on 6th Avenue

3. Follow two blocks along 6th Avenue

4. Turn right on W 4th Street



Terima Kasih

Endah Retnowati

e.retno@uny.ac.id

0878-583-670-23