

PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH DAN PERANGKAT LUNAK GEOMETRI DINAMIS

Joko Suratno

Program Studi Pendidikan Matematika, Jurusan PMIPA, FKIP,
Unveristas Khairun, email: joko_unkhair@yahoo.co.id

Hedi Budiman

Program Studi Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Unveristas Suryakencana Cianjur, email: hedibuds@gmail.com

ABSTRAK

Pembelajaran Berbasis Masalah atau *Problem Based Learning* (PBL) telah menunjukkan peranan positifnya dalam pembelajaran matematika. Oleh karena itu, agar PBL dapat berkontribusi lebih dalam pembelajaran matematika, maka perlulah kiranya mengkombinasikan PBL dengan komponen pendukung pembelajaran matematika lain yang salah satunya adalah mengkombinasikan PBL dengan Perangkat Lunak Geometri Dinamis atau *Dynamic Geometry Software* (DGS). Mengkombinasikan PBL dan DGS pada pembahasan tentang Garis-Garis Istimewa Segitiga pada artikel ini merupakan salah satu alternatif pendekatan pembelajaran dalam pembelajaran matematika. Kombinasi tersebut merupakan salah satu langkah dalam memperluas dan memperkaya khazanah pembelajaran matematika dan diharapkan dapat diterapkan dalam meningkatkan kualitas dan prestasi belajar siswa dalam pelajaran matematika.

Kata kunci: Pembelajaran Berbasis Masalah, Perangkat Lunak Geometri Dinamis

A. Pendahuluan

Berbagai pendekatan pembelajaran telah dikembangkan oleh para ahli dalam menjawab berbagai tantangan dan permasalahan dalam dunia pendidikan. Salah satu pendekatan tersebut adalah *Problem-Based Learning* (PBL) atau Pembelajaran Berbasis Masalah. PBL merupakan sebuah pendekatan pembelajaran yang dipopulerkan oleh Barrows dan Tamblyn dan merupakan tindak lanjut dari penelitian mereka tentang kemampuan penalaran mahasiswa kedokteran di McMaster Medical School, Kanada (Savin-Baden dan Major, 2004: 3). Selain itu, Tan (2004: 7) mengatakan bahwa PBL merupakan sebuah pembelajaran aktif dan pembelajaran yang berpusat ke siswa dimana permasalahan yang tidak terstruktur digunakan sebagai titik awal dalam proses pembelajaran.

Pemecahan masalah tidak terstruktur yang digunakan dalam PBL dapat diselesaikan dengan berbagai cara. Salah satunya adalah dengan berbantuan teknologi informasi komputer. Menurut Watson (2004: 190), mengawinkan PBL dengan teknologi

informasi merupakan sesuatu yang penting untuk belajar siswa. Walaupun demikian, tentunya komputer bukan merupakan obat untuk seluruh masalah pendidikan, khususnya matematika. Peningkatan prestasi siswa tidak dapat diharapkan banyak apabila jumlah komputer yang ada di ruang kelas tidak memadai. Selain itu, tidak ada jaminan bahwa prestasi belajar siswa akan meningkat apabila setiap siswa memiliki komputer sendiri. Ketepatan penggunaan komputer, program yang efektif, pelatihan serta pengetahuan guru yang akan menggunakan komputer dalam pembelajaran merupakan hal yang akan memberikan manfaat bagi siswa apabila pembelajaran dengan menggunakan komputer diterapkan di dalam kelas (Kennedy, Tipps, dan Johnson, 2008: 83).

Salah satu program komputer yang dapat dipergunakan dalam kegiatan pembelajaran di kelas adalah *Dinamic Geometry Software* (DGS). Menurut Guven (2008: 261), salah satu tujuan penggunaan DGS dalam pembelajaran adalah untuk menunjukkan bahwa bagaimana perangkat lunak tersebut dapat menyediakan kesempatan siswa untuk menghubungkan antara hal empiris/nyata dengan penalaran deduktif dan bagaimana perangkat lunak yang serupa dapat digunakan untuk memperluas wawasan dalam sebuah argument deduktif. Oleh karena itu, mengawinkan PBL dengan DGS merupakan hal yang penting karena PBL dengan media komputer salah satunya dapat membantu siswa dalam menggunakan kerja kelompok sebagai tambahan ruang berkomunikasi, sebagai tempat berbagi dan menilai perspektif individu, dan sebagai tempat untuk mengelola pekerjaan dan administrasi dari hasil interaksi kelompok (Savin-Baden, 2003: 93).

B. Pembelajaran Berbasis Masalah

Pembelajaran Berbasis Masalah atau *Problem-Based Learning* (PBL) secara sistemik digunakan dalam kegiatan pembelajaran di Universitas Delaware sejak tahun 1992 pada jurusan kedokteran (Duch, Groh, dan Allen, 2001: 8). Menurut Savin-Baden (2007: 137), PBL merupakan pendekatan pembelajaran dimana dalam pembelajarannya lebih memfokuskan situasi masalahnya daripada isi. Para siswa belajar dalam kelompok kecil dan mereka difasilitasi oleh seorang guru.

Hal senada juga disampaikan Wu dan Forrester. Menurut Wu dan Forrester (2004: 64), secara umum PBL diawali dengan masalah atau pertanyaan, prosesnya meliputi penjelasan, pendefinisian, analisis, dan kesimpulan. Tugas utama siswa adalah menganalisis masalah dan melakukan inkuiri, serta peranan utama guru adalah sebagai fasilitator.

Peranan guru yang hanya sebagai fasilitator dalam PBL menunjukkan bahwa PBL merupakan salah pendekatan pembelajaran yang sangat diharapkan pada saat ini, yaitu pendekatan pembelajaran yang kegiatan pembelajarannya berpusat ke siswa. Dengan demikian, PBL diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Siswa dapat menganalisis dan menyelesaikan masalah kompleks dan masalah keseharian siswa, mencari, menganalisis, dan menggunakan sumber pembelajaran yang cocok, belajar secara berkelompok besar atau kecil, mendemonstrasikan kecakapan dan berkomunikasi secara efektif baik secara verbal maupun tertulis, dan menggunakan pengetahuan dan ketrampilan yang diperoleh untuk belajar sepanjang hayat (Duch, Groh, dan Allen, 2001: 6).

Peranan besar dari PBL tersebut tentunya dapat direalisasikan. Hal tersebut dapat dilihat dari berbagai hasil penelitian. Pada kajian tentang pembelajaran matematika, Padmavathy dan Mareesh (2013: 45), mengatakan bahwa PBL memberikan pengaruh yang lebih efektif dalam pembelajaran matematika dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Hal tersebut nampak dalam partisipasi siswa di kelas dan sikap positifnya terhadap matematika, serta hasil belajarnya yang meningkat.

C. Karakteristik Pembelajaran Berbasis Masalah

Terlepas dari saling beririsan dan tumpang-tindihnya satu pendekatan pembelajaran dengan yang lainnya, tentunya PBL memiliki karakteristik yang berbeda. Salah satunya adalah karakteristik masalah yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Menurut Ho (2004: 101), karakteristik masalah yang diajukan dalam PBL memuat situasi yang tidak teratur, yaitu situasi dalam kehidupan sehari-hari dimana terdapat banyak masalah yang ada dalam tiap situasi tersebut. Selain itu, masalah dalam PBL menuntut suatu informasi baru, serta masalahnya tidak dapat dengan mudah untuk diselesaikan serta memiliki banyak jawaban yang benar.

Hal tersebut senada dengan apa yang disampaikan oleh Barrows dan Tamblyn yang merupakan pengagas PBL. Menurut Barrows dan Tamblyn dalam Savin-Baden dan Major (2004: 3), karakteristik PBL yaitu, (1) masalah yang diajukan kompleks, situasi nyata yang memiliki lebih dari satu jawaban benar merupakan fokus dalam pembelajaran, (2) siswa bekerja dalam kelompok dalam menyelesaikan masalah, (3) siswa memperoleh informasi baru melalui pembelajaran langsung, (4) guru berperan sebagai fasilitator, dan (5) adanya pengembangan kemampuan pemecahan masalah klinis yang diakibatkan oleh masalah-masalah yang ditampilkan dalam pembelajaran.

Karakteristik-karakteristik yang disebutkan tersebut memiliki istilah tersendiri dalam pendidikan matematika.

Kennedy, Tipps, dan Johnson (2008: 20) menggunakan istilah masalah realistik dan terbuka yang sudah umum dalam pembelajaran matematika, serta mengartikan PBL sebagai kegiatan pembelajaran yang menggunakan permasalahan realistik dan terbuka dalam kegiatan pembelajarannya. Permasalahan tidak rutin tersebut memainkan peranan dalam pengembangan ketrampilan dan penguasaan konsep matematika. Oleh karena itu, perlu kiranya dilakukan pengembangan dan penelitian yang berkelanjutan tentang PBL dalam pembelajaran matematika agar setidaknya dapat mengurangi atau menyelesaikan persoalan-persoalan dalam pendidikan matematika.

D. Langkah-Langkah Pembelajaran Berbasis Masalah

Menurut Arends dan Kilcher (2010: 333), PBL diawali dengan penyajian masalah dan pengorganisasian siswa ke dalam kelompok belajar. Selanjutnya, siswa diarahkan untuk melakukan perencanaan investigasi dan dilanjutkan dengan melakukan investigasi dan mendemonstrasikan hasil belajarnya, serta diakhiri dengan kegiatan refleksi dan tanya-jawab. Selain itu, Boud dan Feletti dalam Duch, Groh, dan Allen (2001: 7), mengatakan bahwa langkah-langkah dalam PBL secara garis besar adalah sebagai berikut: (1) Siswa diberi sebuah masalah; (2) Siswa mengajukan pertanyaan, yang disebut sebagai 'isu-isu pembelajaran' yang menggambarkan hal-hal yang belum mereka pahami; (3) Siswa mendaftar hal-hal yang penting; dan (4) Siswa mengeksplor isu-isu pembelajaran dan mengintegrasikan pengetahuan baru mereka kedalam konteks masalah.

Pendapat hampir serupa disampaikan oleh Cazzola. Menurut Cazzola (2009: 441), langkah-langkah dalam PBL adalah: (1) Siswa diberi masalah; (2) Siswa mendiskusikan masalah dan mengerjakan masalah tersebut dalam kelompok kecil, serta mengumpulkan informasi yang berguna untuk menyelesaikan masalah; (3) Seluruh siswa berkumpul bersama untuk membandingkan temuan dan mendiskusikan kesimpulan, masalah baru dapat muncul dari diskusi tersebut pada kasus yang sedang dibahas; dan (4) Siswa kembali mengerjakan masalah-masalah baru, dan siklus dimulai lagi. Keempat langkah dalam PBL tersebut disebut sebagai siklus dalam PBL oleh Cazzola.

Hal di atas menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian antar satu pendapat dengan yang lainnya. Oleh karena itu, secara garis besar maka dapat disintesis langkah-langkah dalam PBL yaitu sebagai berikut. Langkah-langkah dalam PBL adalah: (1)

Guru menyampaikan masalah yang harus diselesaikan oleh siswa, masalah tersebut merupakan masalah realistik dan terbuka, yaitu masalah yang memiliki lebih dari satu jawaban benar; (2) Siswa mendiskusikan dan menyelesaikan masalah dalam kelompok kecil; (3) Siswa menyampaikan hasil diskusi kelompoknya dalam kelas dan membandingkannya dengan kelompok lain; dan (4) Guru dan siswa melakukan kegiatan refleksi dan tanya jawab.

E. Perangkat Lunak Geometri Dinamis

Perangkat Lunak Geometri Dinamis atau *Dynamic Geometry Software* (DGS) merupakan tipe perangkat lunak tertentu yang secara umum digunakan untuk membuat dan menganalisis tugas-tugas dan berbagai permasalahan pada materi geometri dasar (Straber, Bielefeld, dan Lulea, 2002: 65). Jika dilihat dari jenisnya, jumlah perangkat lunak geometri dinamis yang dua dimensi skitar 30an dan jika dilihat dari asal negara dimana perangkat lunak tersebut dikembangkan, maka dapat diketahui beberapa contoh, misalnya Cabri-geometre berasal dari Perancis, Euklid dan Geolog berasal dari Jerman, dan Geometry's Sketchpad berasal dari USA, dan Thales dikembangkan di Klagenfurt/Austria (Kadunz dan Klagenfurt, 2002: 73).

DGS telah memberikan banyak kontribusinya dalam pembelajaran matematika. Salah satunya adalah dalam pengukuran pada bidang geometris. Menurut Gonzalez dan Herbst (2009: 179), pengukuran dengan DGS memberikan keleluasaan siswa untuk melakukan penyelidikan yang lebih mendalam terhadap sebuah bentuk geometris. Mereka dapat mengemukakan berbagai hal yang mungkin tidak dapat ditemukan atau dilakukan apabila mereka menggunakan kertas dan pensil dalam mengkonstruksi objek-objek geometris.

Upaya yang berkelanjutan tentunya perlu diupayakan terus menerus agar pembelajaran matematika dengan DGS dapat memberikan kontribusi maksimalnya dalam meningkatkan kualitas hasil belajar siswa. Menurut Gawlick dan Bielefeld (2002: 85), perlu juga dilakukan pengembangan dan penelitian DGS dalam pembelajaran. Beberapa langkah yang dapat dilakukan, yaitu: pengembangan dan pengujian unit atau materi pengajaran yang sesuai, penyelidikan tentang akibat lokal atau jangka pendek, dan mempertimbangkan pengaruh yang lebih luas dan dalam jangka waktu menengah atau jangka panjangnya.

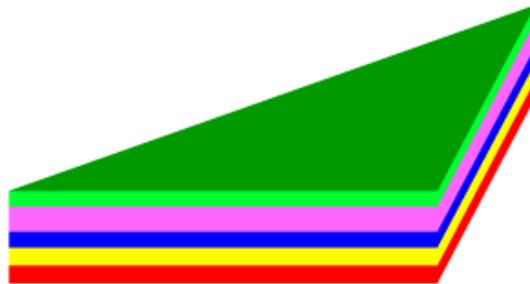
F. Kombinasi PBL dan DGS untuk Menentukan Garis-Garis Istimewa Segitiga

Berikut ini merupakan sebuah kajian tentang penggunaan PBL dalam pembelajaran matematika. Masalah dan langkah-langkah penyelesaian masalah dalam kegiatan pembelajaran tentunya masih menggunakan kaidah dalam PBL. Selanjutnya, salah satu hasil penyelesaian masalah yang ada dijadikan sebagai sarana kegiatan pembelajaran selanjutnya, yaitu pembelajaran dengan menggunakan DGS. Tujuan pembelajaran ini adalah siswa diharapkan dapat menjelaskan pengertian garis berat, garis sumbu, garis tinggi, dan garis bagi.

1. Garis Berat

Penyajian Masalah Realistik dan Terbuka

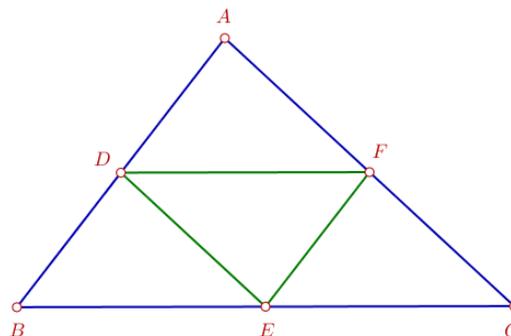
Seorang Ibu memiliki sepotong kue lapis yang penampang atasnya berbentuk segitiga sembarang seperti gambar berikut.



Apabila Ibu tersebut ingin memotong kue dan membagikan kepada keempat anaknya, maka bagaimanakah cara memotong kue tersebut agar menjadi empat bagian yang berbentuk dan berukuran sama?

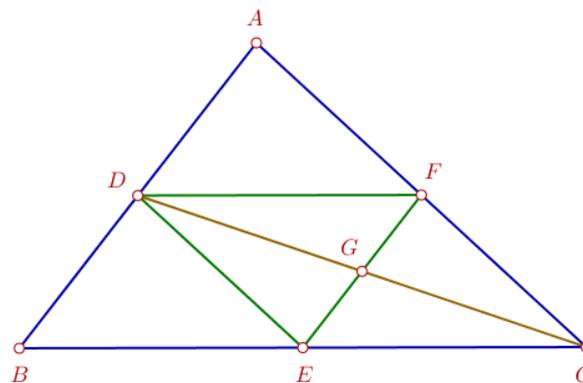
Penyelesaian Masalah

Berbagai jawaban akan muncul dalam menjawab permasalahan di atas. Salah satu jawaban yang diharapkan adalah siswa membagi setiap sisi kue menjadi dua bagian yang sama panjang. Kemudian menghubungkan setiap titik tengah ketiga sisi segitiga tersebut. seperti tampak pada gambar berikut.



Penggunaan Hasil Penyelesaian Masalah untuk Menentukan Garis Berat Segitiga dengan Menggunakan DGS

Perangkat lunak yang digunakan dalam kajian ini adalah CaRMetal. CaRMetal digunakan untuk mengambar hasil penyelesaian masalah yang telah diperoleh sebelumnya. Gambar yang dibentuk tersebut menghasilkan beberapa jajargenjang. Agar kegiatan pembelajaran mengarah tujuan yang diharapkan, maka para siswa dapat disuruh untuk mengamati beberapa jajargenjang yang terbentuk. Selanjutnya mereka diarahkan untuk memilih salah satu jajargenjang yang terbentuk, misalnya jajargenjang DECF. Kemudian mereka diminta untuk mengambarkan diagonal DC, sehingga memotong segmen EF di G.



Langkah selanjutnya adalah siswa diperintahkan mengukur jarak titik F ke G dan jarak titik G ke E. Hasil pengukuran tersebut selanjutnya dibandingkan. Kemudian siswa disuruh untuk menyebutkan pengertian garis CD pada segitiga ECF dengan menghubungkannya dengan panjang segmen FG dan GE. Kegiatan tersebut merupakan salah satu kegiatan alternatif yang digunakan untuk membantu siswa dalam memahami pengertian garis berat segitiga.

2. Garis Sumbu

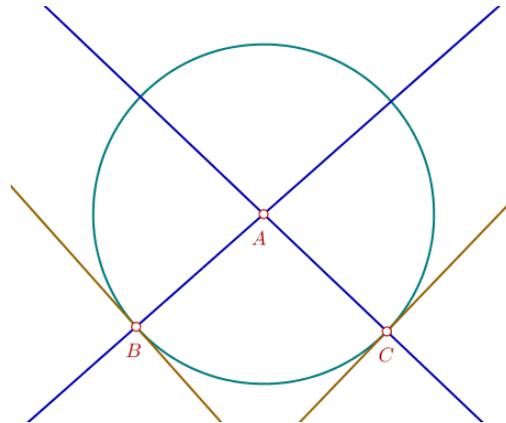
Penyajian Masalah Realistik dan Terbuka

Seorang pekerja bangunan sedang mengerjakan proyek pembuatan kolam yang berbentuk lingkaran. Pada tengah-tengah kolam akan dipasang sebuah patung angsa. Bagaimanakah cara menentukan pusat lingkaran sebagai tempat meletakkan patung angsa tersebut?

Penyelesaian Masalah

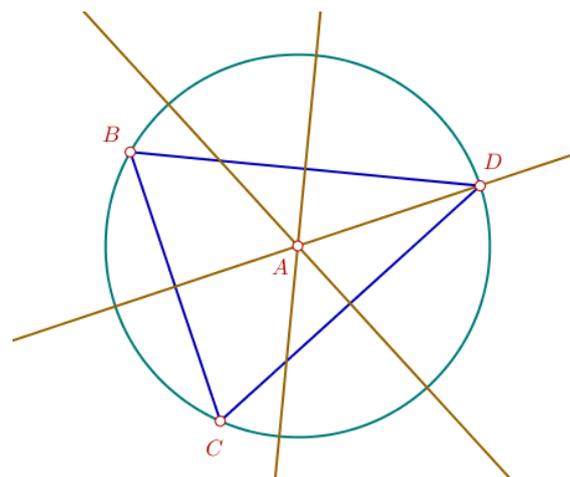
Tujuan penyajian masalah tersebut adalah agar siswa dapat menentukan titik pusat lingkaran. Soal atau masalah di atas merupakan soal atau masalah terbuka, salah satu

solusinya adalah dengan membuat dua garis yang tegak lurus dengan garis singgung lingkaran. Contohnya adalah sebagai berikut.



Penggunaan Hasil Penyelesaian Masalah untuk Menentukan Garis Sumbu Segitiga dengan Menggunakan DGS

Sebuah lingkaran dan titik pusatnya digambarkan pada kegiatan ini. Pertama-tama siswa diperintahkan untuk menggambar lingkaran tersebut. Kemudian sebuah segitiga digambar dengan sudut-sudut segitiganya terletak pada lingkaran. Setelah itu, siswa disuruh membuat garis yang tegak lurus pada sisi-sisi segitiga yang melalui titik pusat lingkaran. Langkah selanjutnya adalah siswa diperintahkan untuk mengukur jarak dari masing-masing titik sudut segitiga terhadap titik potong dari garis-garis tegak lurus yang dibuat pada langkah sebelumnya dan diakhiri dengan membuat kesimpulan tentang pengertian garis yang diperoleh yaitu pengertian garis sumbu.



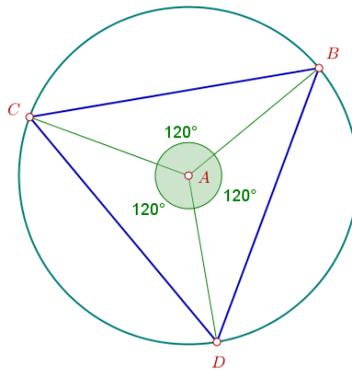
3. Garis Tinggi

Penyajian Masalah Realistik dan Terbuka

Tiga buah pohon pisang akan ditanam di pinggir sebuah kolam ikan yang berbentuk lingkaran. Tentukan cara menentukan titik tanam ketiga pohon pisang tersebut agar jarak antar ketiganya sama!

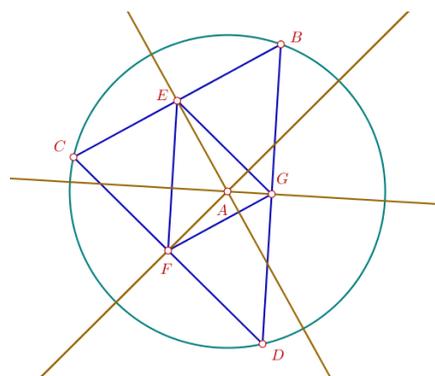
Penyelesaian Masalah

Masalah tersebut merupakan jenis masalah terbuka. Tujuannya adalah mendapatkan berbagai solusi dari siswa dan dengan keberagaman jawaban yang benar tersebut diharapkan siswa semakin percaya diri dengan jawabannya. Salah satu jawabannya adalah dengan membagi sebuah lingkaran menjadi tiga bagian yang sama (120°). Kemudian membuat segitiga yang diharapkan, seperti tampak pada gambar berikut.



Penggunaan Hasil Penyelesaian Masalah untuk Menentukan Garis Tinggi Segitiga dengan Menggunakan DGS

Kegiatan berikut merupakan langkah-langkah dalam memperoleh garis tinggi segitiga, Seperti halnya penyelesaian masalah pada kasus di atas, pada kegiatan ini, siswa diperintahkan membuat sebuah segitiga yang ketiga titik sudutnya terletak pada lingkaran. Perbedaannya adalah jarak ketiga titik tersebut tidak harus sama. Setelah itu, mereka disuruh membuat titik tengah sisi-sisi segitiga tersebut. Kemudian siswa disuruh menggambar segitiga yang titik-titik sudutnya terletak pada titik-titik tengah segitiga sebelumnya. Setelah itu, mereka diarahkan untuk membuat garis yang melalui titik-titik sudut dan melalui pusat lingkaran. Kemudian mereka disuruh memeriksa besar sudut yang terbentuk antara garis tersebut dengan sisi atau perpanjangan sisi dihadapan titik sudut yang melalui garis tersebut dan diakhiri dengan menyimpulkan pengertian garis-garis yang baru diperoleh yaitu pengertian garis tinggi.



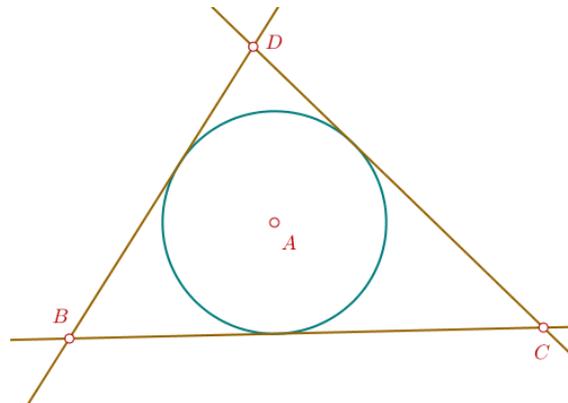
4. Garis Bagi

Penyajian Masalah Realistik dan Terbuka

Seorang tukang kebun ingin menanam tiga buah pohon palem di sekitar taman yang berbentuk lingkaran. Apabila ketiga palem tersebut akan ditanam di titik-titik sudut sebuah segitiga yang ketiga sisinya menyinggung lingkaran, maka tentukan cara menggambar segitiga tersebut!

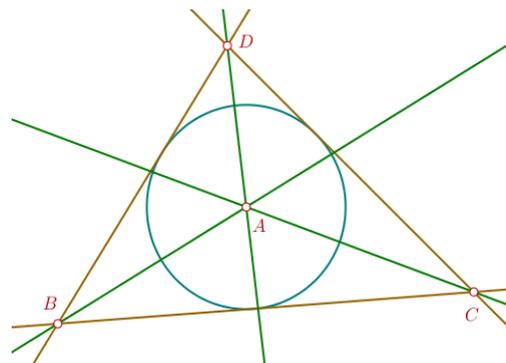
Penyelesaian Masalah

Jawaban yang berbeda sangat diharapkan dari soal ini. Salah satu jawaban tersebut adalah sebagai berikut.



Penggunaan Hasil Penyelesaian Masalah untuk Menentukan Garis Bagi Segitiga dengan Menggunakan DGS

Langkah-langkah yang digunakan untuk mengerahkan siswa agar dapat memahami pengertian garis bagi segitiga adalah sebagai berikut. Pertama-tama mereka diarahkan untuk mengambarkan sebuah lingkaran dan sebuah segitiga yang ketiga sisinya menyinggung lingkaran. Setelah itu, mereka disuruh membuat sebuah garis yang melalui titik-titik sudut segitiga dan melalui pusat lingkaran. Kemudian siswa disuruh mengukur besar sudut yang terbagi oleh garis yang melalui titik-titik sudut dan melalui titik pusat lingkaran. Langkah terakhir adalah siswa disuruh membuat kesimpulan hubungan kedua sudut yang berpasangan tersebut dan membuat pengertian garis yang terbentuk yaitu pengertian garis bagi.



Kegiatan-kegiatan pembelajaran yang telah dikemukakan sebelumnya dapat diperluas lagi. Sebagai contoh, guru dapat menyuruh siswa untuk menyelidiki garis istimewa segitiga apakah yang terdapat pada segitiga sama kaki dan segitiga sama sisi. Hal tersebut dapat memperluas pemahaman siswa tentang garis-garis istimewa segitiga.

G. Simpulan

Penggunaan PBL dalam pembelajaran matematika telah banyak membawa manfaat bagi siswa. Menurut Arends dan Kilcher (2010: 329), siswa yang diajari matematika oleh guru dengan menggunakan PBL menunjukkan sikap positifnya terhadap materi pelajaran daripada siswa yang diajar dengan metode tradisional. Selain itu, PBL merupakan salah satu strategi pembelajaran yang membantu siswa dalam mengembangkan penalaran dan keterampilan berkomunikasi. Oleh karena itu, agar PBL dapat berkontribusi lebih dalam pembelajaran matematika, maka perlulah kiranya mengkombinasikan PBL dengan komponen pendukung pembelajaran matematika lainnya, salah satunya adalah mengkombinasikan PBL dengan DGS.

Mengkombinasikan PBL dengan DGS pada pembahasan tentang Garis-Garis Istimewa Segitiga yang telah dikemukakan di atas merupakan salah satu alternatif pendekatan pembelajaran dalam pembelajaran matematika. Tentunya kombinasi tersebut dapat juga diperkaya lagi atau dimodifikasi kembali kedalam bentuk yang lain. Salah satunya adalah mengkombinasikan PBL dan game. Menurut Shahbodin, Rosli, Jusoff, dan Sui (2013: 5), penggunaan PBL telah meningkatkan prestasi mahasiswa dan penambahan game dalam PBL meningkatkan ketrampilan pemecahan masalah mahasiswa.

Banyak sekali manfaat dari hasil penelitian yang telah dirasakan dari PBL dan DGS dalam pembelajaran matematika. Walaupun demikian, tindak lanjutnya masih jarang dilakukan. PBL dirasakan sulit oleh guru dan DGS memiliki banyak kendala, terutama masalah sarana dan prasarana. Oleh karena itu, khususnya untuk DGS, perlunya diperhatikan beberapa hal agar DGS memberikan peranannya dalam pembelajaran di dalam kelas, yaitu pemilihan materi yang cocok, pelatihan guru, dan penyejajaran pengembangan pengajaran secara berkelanjutan dengan penggunaan DGS secara reguler.

Daftar Pustaka

- Arends, R. I. dan Kilcher, A. (2010). *Teaching for student learning: Becoming an accomplished teacher*. New York: Routledge.
- Cazzola, M. (2009). Problem-based learning and teaching training in mathematics: The role of the problem. Dalam Tzekaki, M., Kaldrimidou, M. dan Sakonidis, H. (Eds.). *Proceedings of the 33rd conference of the international group for the psychology of mathematics education*, Vol. 1, (pp. 441). Thessaloniki, Greece: PME.
- Duch, B. J., Groh, S. E., dan Allen, D. E. (2001). *The power of problem-based learning*. Virginia: Stylus Publishing, LLC.
- Gawlick, T. dan Bielefeld. (2002). On dynamic geometry software in the regular classroom. *ZDM*, 34(3), pp. 85-92. Diambil tanggal 5 Juni 2013, dari <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F02655711.pdf>
- Gonzalez, G. dan Herbst, P. G. (2009). Students' conceptions of congruency through the use of dynamic geometry software. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 14, hal. 153-182. Diambil tanggal 5 Juni 2013, dari <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10758-009-9152-z.pdf>
- Güven, B. (2008). Using dynamic geometry software to gain insight into a proof. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 13, pp. 251-262. Diambil tanggal 5 Juni 2013, dari <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10758-008-9129-3.pdf>
- Ho, B. T. (2004). Teacher as coaces of cognitive processes in problem-based learning. Dalam Tan, O. S (Ed.). *Enhancing thinking through problem-based learning approaches* (hal. 101-115). Singapore: Cengage Learning.
- Kadunz, G. dan Klagenfurt (2002). Macros and modules in geometry. *ZDM*, 34(3), pp. 73-77. Diambil tanggal 5 Juni 2013, dari <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F02655709.pdf>
- Kennedy, L. M., Tipps, S., dan Johnson, A. (2008). *Guiding Children's learning mathematics* (11th ed.). Balmont: Thomson Wadsworth.
- Padmavathy, R. D. dan Mareesh, K. (2013). Effectiveness of problem-based learning in mathematics. *International Multidisciplinari e-Journal*, 2(1), 45-51. Diambil tanggal 2 Juni 2013, dari <http://shreeprakashan.com/Documents/2013128181315606.6.%20Padma%20Sasi.pdf>
- Savin-Baden, M. (2003). *Facilitating Problem-based Learning*. Berkshire: Open University Press.
- Savin-Baden, M. (2007). *A practical guide to problem-based learning online*. New York: Routledge.
- Savin-Baden, M. dan Major, C. H. (2004). *Foundations of problem-based learning*. : Berkshire: Open University Press.
- Shahbodin, F., Rosli, Z., Jusoff, K., dan Sui, L. K. M. (2013). Hybrid problem-based learning game for effective mathematics learning. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(3), 5-9. Diambil tanggal 2 Juni 2013, dari <http://www.ajbasweb.com/ajbas/2013/special%20issue/5-9.pdf>

- Straber, R., Bielefeld, dan Lulea. (2002). Research on dynamic geometry software (DGS): An introduction. *ZDM*, 34(3), pp. 65. Diambil tanggal 5 Juni 2013, dari <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F0255707.pdf>
- Tan, O. S. (2004: 7). Cognition, metacognition, and problem-based learning. Dalam Tan, O. S (Ed.). *Enhancing thinking through problem-based learning approaches* (hal. 1-16). Singapore: Cengage Learning.
- Watson, G. (2004). Integration problem-based learning and technology in education. Dalam Tan, O. S (Ed.). *Enhancing thinking through problem-based learning approaches* (hal. 187-210). Singapore: Cengage Learning.
- Wu, W. Y. dan Forrester, V. (2004). Exploring the cognitive processes of problem-based learning and their relationship to talent development. Dalam Tan, O. S (Ed.). *Enhancing thinking through problem-based learning approaches* (hal. 63-77). Singapore: Cengage Learning.