



Pengembangan dan Evaluasi Pembelajaran *Ubiquitous Geometry* dalam Konteks Otentik dengan *Experience API*

Yan Amal Abdilah¹, Wu-Yuin Hwang²,
Nurkhamid³, Uun Hariyanti⁴

^{1,3}Universitas Negeri Yogyakarta

^{2,4}National Central University

Email: yan.amal91@gmail.com¹, wyhwang@cc.ncu.edu.tw²,
nurkhamid@uny.ac.id³, uun.cassiopeia92@gmail.com⁴

DOI: <http://dx.doi.org/10.15294/kreano.v9i2.15104>

Received : July 2018; Accepted: September 2018; Published: December 2018

Abstrak

Pembelajaran haruslah otentik sehingga siswa dapat menggunakan keterampilan dan pengetahuan mereka di luar lingkup kelas. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki hubungan antara perilaku belajar dan prestasi belajar siswa kelas empat saat belajar sudut dan poligon dalam pembelajaran otentik. Sistem Ubiquitous Geometry (UG) dikembangkan untuk memfasilitasi kelompok eksperimen dengan tiga kegiatan pembelajaran, yakni pengukuran otentik, anotasi, dan penilaian sejawat. Aktivitas belajar siswa direkam menggunakan Experience API (xAPI). Analisis statistik menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memiliki prestasi belajar yang lebih baik dari kelompok kontrol. Analisis perilaku belajar baik dalam kualitas dan kuantitas menunjukkan bahwa ketiga kegiatan memiliki korelasi dengan hasil belajar. Meskipun tingkat kesulitan pertanyaan posttest lebih cocok untuk siswa SMP, kelompok eksperimen mencapai skor tinggi. Studi ini sangat menganjurkan pemanfaatan teknologi untuk belajar dalam konteks otentik untuk belajar geometri.

Abstract

Learning should instil authenticity so that students are able to use their skills and knowledge beyond the classroom. This study aims to investigate relationship between learning behaviours and learning achievement of fourth grade students while learning angle and polygon in authentic learning. Ubiquitous Geometry (UG) system was developed to facilitate students with three learning activities, such as authentic measurement, annotation, and peer assessment. Students' activities were recorded using Experience API (xAPI). The statistical analysis showed that experimental group has better learning achievement. Behavioural analysis both on quality and quantity showed that that the three ativities have correlation to learning achievement. Although our posttest questions' difficulties were more suitable for Junior High School students, the experimental group achieved high score. This study strongly recommends utilization of advanced technology to learn in authentic contexts for learning geometry.

Keywords: Tugas Otentik; Experience API (xAPI); Ubiquitous Geometry; Berbagai Representasi; Penilaian Sejawat.

PENDAHULUAN

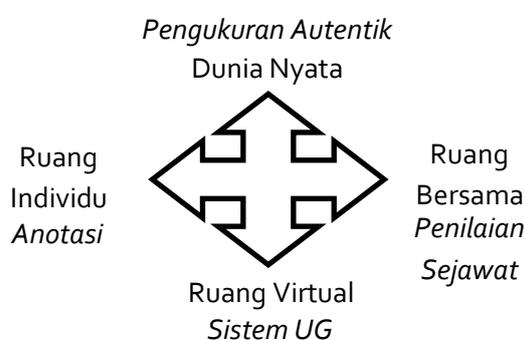
Kerugian besar di dalam sekolah berasal dari ketidakmampuan siswa untuk memanfaatkan pengalaman yang dia dapatkan di luar sekolah. Di sisi lain, dia tidak dapat menerapkan dalam kehidupan sehari-hari apa yang dia pelajari di sekolah. Ini merupakan isolasi sekolah dari kehidupan (Dewey, 1915). Siswa terbiasa menghafal rumus geometri dan mencoba menyelesaikan latihan seperti contoh di buku teks mereka. Ini disebut matematika tradisional di mana matematika dianggap sebagai seperangkat keterampilan berhitung (Fauzan, 2002). Hal ini menyebabkan sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam memecahkan masalah matematika yang membutuhkan pemikiran tingkat tinggi.

Pembelajaran otentik bertujuan untuk menunjukkan kepada siswa hubungan antara belajar dan kehidupan nyata. Tugas-tugas matematika otentik menyediakan data matematika yang realistis dan kompleks, membahas berbagai latar belakang pengetahuan dan keterampilan, dan sering kali membutuhkan siswa untuk menggunakan representasi yang berbeda dalam solusi mereka (Rule, 2006). Tugas semacam ini memberi siswa pengalaman belajar yang mencerminkan kompleksitas dan ambiguitas kehidupan nyata. Dengan demikian, kemampuan berpikir tingkat tinggi mereka akan terasah.

Peneliti *e-learning* menyadari bahwa kemajuan komunikasi nirkabel dan teknologi sensor telah mengembangkan isu penelitian *e-learning* menjadi *m-learning*, dan sekarang berkembang ke *u-learning*. Ogata dan Yano (2004) mengidentifikasi karakteristik utama *u-learning* sebagai berikut: (1) Keabadian: Siswa tidak pernah kehilangan pekerjaan mereka kecuali jika sengaja dihapus. Selain itu, semua proses pembelajaran direkam terus menerus setiap hari; (2) Aksesibilitas: Siswa memiliki akses ke dokumen, data, atau video mereka dari mana saja. Informasi itu disediakan berdasarkan permintaan mereka. Oleh karena itu, pembelajaran yang terjadi adalah *self-directed*; (3) Kesenjangan: Dimana pun siswa berada, mereka dapat memperoleh informasi apa pun dengan segera.

Dengan demikian, siswa dapat memecahkan masalah dengan cepat. Jika tidak, siswa dapat mencatat pertanyaan dan mencari jawabannya nanti; (4) Interaktivitas: Siswa dapat berinteraksi dengan para ahli, guru, atau rekan dalam bentuk komunikasi sinkron atau tidak sinkron. Oleh karena itu, para ahli dan sumber pengetahuan menjadi lebih terjangkau. (5) Situasi kegiatan pembelajaran: Pembelajaran dapat diintegrasikan dalam kehidupan sehari-hari. Masalah yang dihadapi serta pengetahuan yang dibutuhkan semuanya disajikan dalam bentuk alami dan otentik.

Lingkungan belajar *ubiquitous* (ULE) melibatkan empat ruang: dunia nyata, ruang virtual, ruang individu, dan ruang bersama (Li, Zheng, Ogata, & Yano, 2004). Kerangka ini diadopsi dalam sistem *Ubiquitous Geometry* (UG) seperti pada Gambar 1. Sistem UG sebagai ruang virtual digunakan untuk memfasilitasi siswa dengan tiga kegiatan penting. Di dunia nyata, siswa dapat mengukur sudut dan panjang objek nyata yang mewakili objek geometri. Dalam ruang individu, siswa dapat membuat anotasi/catatan mereka sendiri untuk membuat pengukuran mereka menjadi lebih bermakna dan untuk mempraktekkan bermacam representasi matematika. Di ruang bersama, siswa dapat melakukan aktivitas penilaian sejawat di mana siswa mengevaluasi ide rekan, memberi komentar, dan menanggapi komentar rekan. Kelancaran interaksi dari keempat elemen tersebut memungkinkan siswa untuk mengakses sumber daya pembelajaran yang benar pada waktu yang tepat dengan cara yang benar.



Gambar 1. Kerangka lingkungan belajar ubiquitous dengan sistem UG

Pengukuran otentik penting untuk siswa SD karena mereka berada dalam tahap Operasional Konkret. Piaget (1964) menyebutnya operasional konkret karena mereka mengoperasikan objek, dan belum dapat menyatakan hipotesis secara verbal.

Dengan membuat anotasi, siswa berlatih untuk mengkomunikasikan ide-ide mereka dengan menjelaskan aspek-aspek penting dari pengukuran mereka. Dengan demikian, pengukuran siswa menjadi lebih bermakna. Siswa juga berlatih untuk melakukan bermacam representasi dengan membuat anotasi. Terdapat lima representasi matematika adalah simbolik, linguistik, ilustratif, manipulatif, dan realistik (Nakahara, 2007). Representasi simbolis merupakan representasi yang digunakan dalam notasi matematika, seperti angka, huruf, dan simbol. Representasi linguistik merupakan representasi yang menggunakan bahasa sehari-hari, seperti bahasa Indonesia atau bahasa Inggris. Representasi ilustratif merupakan representasi yang menggunakan ilustrasi, angka, grafik, dan sebagainya. Representasi manipulatif merupakan representasi seperti alat peraga yang dapat dimodifikasi oleh siswa. Representasi realistik merupakan representasi berdasarkan keadaan dan objek yang sebenarnya. Cai dan Hwang (2002) menyarankan guru untuk mengadopsi strategi pengajaran yang mengajak siswa untuk melakukan bermacam representasi di kelas untuk meningkatkan kinerja pembelajaran.

Perubahan peran siswa menjadi pembelajar aktif mengubah 'penilaian pembelajaran' menjadi 'penilaian untuk belajar' (Dysthe, 2006). Penilaian sejawat adalah pengaturan di mana individu mempertimbangkan jumlah, tingkat, nilai, kualitas, atau keberhasilan produk atau hasil pembelajaran rekan-rekan dengan status serupa (K. J. Topping, Smith, Swanson, & Elliot, 2000). McGarr dan Clifford (2013) menegaskan bahwa tujuan penilaian sejawat adalah untuk memberikan kesempatan bagi siswa untuk menilai pekerjaan masing-masing dan berkontribusi pada komunitas di mana dialog yang sangat mendukung dapat mengarahkan siswa pada pembelajaran yang lebih dalam. Produk yang akan dinilai dapat mencakup tulisan, presentasi lisan, portofolio, kinerja tes, atau perilaku terampil lainnya

(Keith J. Topping, 2009).

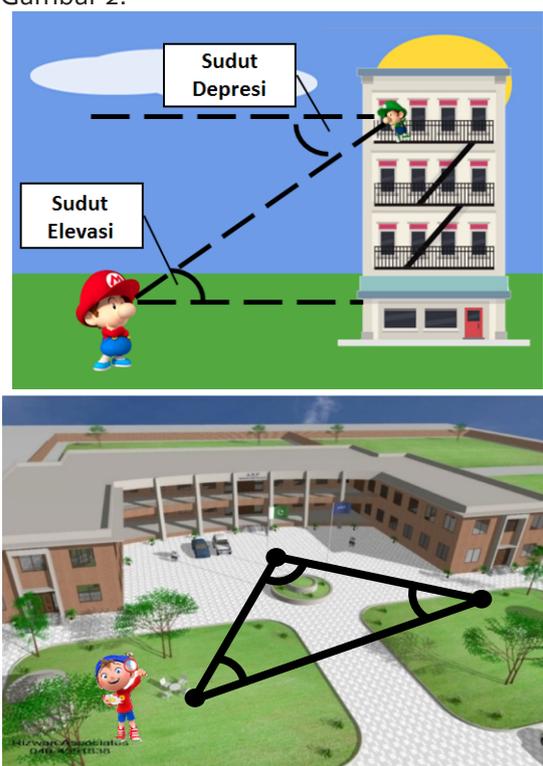
Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki manfaat dari ketiga kegiatan tersebut dan hubungannya dengan prestasi belajar. Kegiatan siswa direkam dalam format Pernyataan Experience API (xAPI) yang dapat dibaca manusia dan juga dapat dibaca oleh mesin. Pernyataan xAPI melibatkan sembilan atribut, yakni tiga atribut yang wajib berupa Aktor, Aktivitas, dan Objek, dan enam atribut opsional berupa Hasil, Konteks, Stempel Waktu, Disimpan, Otoritas, dan Versi (Wang, 2017). Atribut Hasil dapat mencakup skor, keberhasilan, penyelesaian, dan ekstensi. Ekstensi ini dapat berupa sudut, panjang, ukuran file, panjang teks, dan lain-lain untuk memperkaya koleksi data yang didefinisikan menggunakan identifikasi sumber berstandar internasionalkan (IRI).

METODE

Penelitian ini menggabungkan penelitian kuantitatif dan kualitatif. Peneliti menganalisa perilaku belajar siswa dalam kuantitas dan kualitas dan mempelajari analisis statistik dari data yang terkumpul. Total peserta dalam penelitian ini adalah 53 siswa. Semua siswa berada di kelas empat di sekolah dasar yang sama. Kelompok Kontrol terdiri dari 27 siswa dan Kelompok Eksperimental terdiri dari 26 siswa. Sampel dipilih secara acak dan tidak ada modifikasi anggota kelas. Oleh karena itu, latar belakang siswa dianggap sama. Kelompok eksperimen diminta untuk menyelesaikan tugas-tugas matematika otentik menggunakan sistem UG. Mereka diperbolehkan untuk belajar di luar kelas dan selama waktu istirahat dan makan siang. Sedangkan kelompok kontrol mendapatkan PR matematika.

Terdapat tiga jenis pengukuran yang harus dilakukan oleh kelompok eksperimen. Pertama, mengukur sudut dan panjang benda nyata yang merepresentasikan objek geometri yang terdiri dari lima topik utama, yakni konsep garis, konsep sudut, sudut diantara garis paralel, sudut dalam segitiga, dan sudut dalam segiempat. Kedua, mengukur sudut elevasi dan depresi. Terakhir, mengukur sudut poligon diantara beberapa lokasi. Ilustrasi kegiatan pengukuran 2 dan 3 dapat dilihat pada

Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi sudut elevasi, depresi, dan poligon di antara beberapa lokasi

Beberapa alat pengumpulan data digunakan dalam penelitian ini. Secara umum, peneliti menggunakan sistem UG, rubrik penilaian perilaku, posttest, dan wawancara untuk mengumpulkan data. Perilaku belajar siswa direkam secara otomatis menggunakan xAPI dalam sistem UG. Perekaman ini terjadi dalam proses latar belakang (*background process*). Dengan demikian, aktivitas dan keadaan siswa tidak terpengaruh oleh proses perekaman data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Belajar

Dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa skor rata-rata pretes antara kelompok eksperimen ($M = 53,30$, $SD = 18,54$) dan kelompok kontrol ($M = 53,09$, $SD = 20,79$) hampir sama. Namun, kelompok eksperimen ($M = 75,13$, $SD = 17,84$) memiliki skor rata-rata lebih tinggi dalam postes daripada kelompok kontrol ($M = 61,79$, $SD = 23,37$). Uji-t sampel independen digunakan untuk melihat perbedaan dari pengetahuan

informal dan ANCOVA digunakan untuk melihat perbedaan prestasi belajar. Analisis uji-t menghasilkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam pengetahuan awal siswa di antara kedua kelompok ($t = 0,039$, $p = 0,97$). ANCOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan antara postes ($F = 5,190$, $p = .027$). Temuan ini menunjukkan bahwa sistem UG bermanfaat untuk pembelajaran siswa sehingga siswa eksperimen dapat memahami dan memecahkan masalah terkait Sudut dan Poligon lebih baik daripada siswa yang belajar dengan cara tradisional. Pertanyaan postes yang digunakan disusun dari mudah ke sulit. Skor rata-rata kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dalam sembilan pertanyaan pertama (pilihan ganda) cukup sama ($M = 7,34$ dan $M = 7,53$). Namun, kelompok eksperimen memperoleh nilai lebih baik ketika menghadapi pertanyaan yang membutuhkan pemikiran tingkat tinggi (pertanyaan esai). Walaupun kesulitan postes cukup tinggi yang mana item-item dalam tes lebih cocok untuk siswa SMP, kelompok eksperimen mencapai skor tinggi dalam postes.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Pretes dan Postes

Kelompok	Pretes		Postes	
	M	SD	M	SD
Eksperimen	53.30	18.54	75.13	17.84
Kontrol	53.09	20.79	61.79	23.37

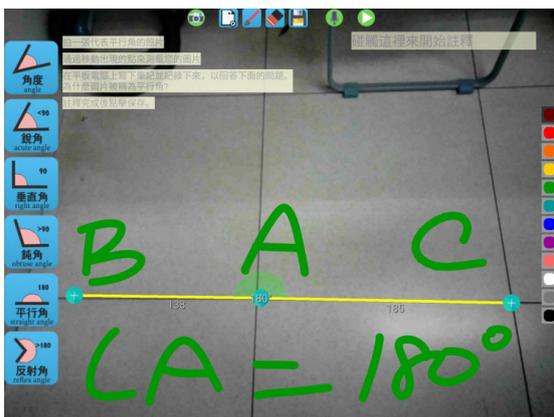
Hubungan kualitas perilaku belajar dengan hasil belajar

Korelasi Pearson digunakan untuk menyelidiki hubungan variabel pembelajaran. Ada sepuluh variabel yang diukur: Mengukur sudut dan panjang objek geometris nyata (MG), Mengukur sudut Elevasi dan Depresi (MED), Mengukur sudut Poligon di antara tempat geografis yang berbeda (MP), Catatan berupa Gambar (CG), Catatan berupa Suara (CS), Catatan berupa Teks (CT), Komentar berupa Gambar (KG), Komentar berupa Teks (KT), Respons berupa Gambar (RG), Respons berupa Teks (RT).

Hasil statistik menunjukkan bahwa MG memiliki korelasi yang signifikan dengan postes ($r = .393$, $p = .47$). Selain itu, kegiatan pengukuran non-kurikulum MED juga memi-

liki korelasi positif dengan postes ($r = .579$, $p = .002$). MP tidak memiliki korelasi dengan postes, tetapi memiliki korelasi ke MG ($r = .517$, $p = .007$). Hasil ini menyimpulkan bahwa mengukur objek nyata memiliki dampak yang besar terhadap prestasi belajar siswa tentang geometri. Saat belajar menggunakan sistem UG, siswa dengan senang hati berlari di ke berbagai tempat untuk menemukan objek nyata yang menarik yang mewakili objek geometris. Dalam wawancara, siswa mengatakan bahwa mengukur objek nyata adalah penting karena kegiatan itu membuatnya paham. Dia juga mengatakan bahwa tanpa kegiatan itu mereka tidak bisa bermain di luar.

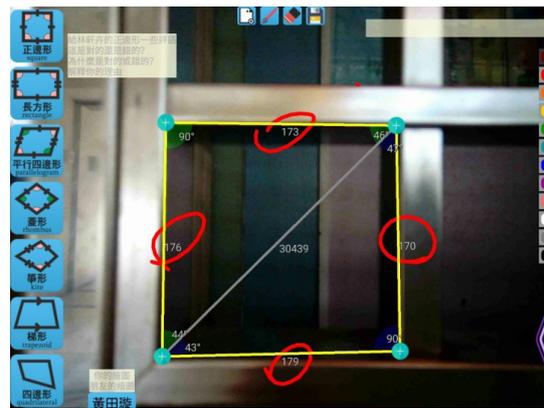
Dari kegiatan mencatat, hanya CG yang bermanfaat untuk prestasi belajar. CG secara signifikan berkorelasi dengan posttest ($r = .467$, $p = .016$) dan MA ($r = .656$, $p = .000$). CS hanya berkorelasi dengan MED ($r = .390$, $p = .049$). CT tidak memiliki korelasi dengan perilaku apa pun. Dalam studi ini, peneliti menemukan bahwa anotasi teks dan anotasi suara yang dibuat siswa sebagian besar berupa judul pengukuran siswa "Saya mengukur sudut lancip". Siswa memaparkan lebih banyak ide yang bermakna dengan bermacam representasi matematis dalam catatan berupa gambar, lihat Gambar 3.



Gambar 3. Contoh pekerjaan siswa.

Dari penilaian sejawat, hanya KG yang berkorelasi dengan postes ($p = .467$, $r = .016$). Tiga kegiatan lainnya berkorelasi dengan MG. Korelasinya adalah $r = .436$, $p = .026$ (RG), $r = .711$, $p = .000$ (KT), dan $r = .570$, $p = .002$ (RT). Semua perilaku penilaian sejawat memiliki korelasi dengan CG. Korelasi ke CG adalah p

$= .420$ dan $r = .033$ (KG), $p = .645$ dan $r = .000$ (KT), $p = .632$ dan $r = .001$ (RG), dan $p = .434$, $r = 0,027$ (RT). Perilaku penilaian rekan saling berkorelasi, RG ke KG ($r = .451$, $p = .021$), RT ke KT ($r = .465$, $p = .017$), dan RG ke KT ($r = .587$, $p = .002$). Temuan ini menyimpulkan bahwa perilaku penilaian sejawat secara signifikan berkorelasi dengan prestasi belajar, pengukuran otentik, dan catatan berupa gambar. Dalam penilaian sejawat, sebagian besar siswa menunjukkan miskonsepsi temannya dengan menggambar lingkaran, lihat Gambar 4. Sayangnya, sebagian besar komentar siswa yang berupa teks adalah "pekerjaan bagus" dan "Anda salah" yang tidak diikuti oleh penjelasan. Komentar semacam ini kurang bermanfaat untuk meningkatkan pemahaman. Itulah alasan mengapa hanya KG yang berkorelasi dengan postes.



Gambar 4. Contoh siswa menggambar lingkaran untuk menunjukkan ketidaksamaan panjang sisi persegi

Hubungan kuantitas perilaku belajar dengan hasil belajar

Total 14.498 pernyataan xAPI terkumpul dalam Learning Record Store. Selain sepuluh variabel yang diukur dalam analisis kualitas, ada tiga variabel tambahan seperti durasi belajar konsep geometri tentang sudut dan poligon (DG), durasi belajar sudut Elevasi dan Depresi (DED), dan durasi belajar sudut poligon di antara beberapa lokasi (DP).

Dari data yang terkumpul, peneliti menemukan bahwa hanya MED₂ ($p = .579$, $r = .002$), CG₂ ($p = .397$, $r = .045$), dan KG₂ ($p = .404$, $r = .041$) berkorelasi pada postes. Hasil ini mirip dengan analisis kualitas perilaku

pembelajaran, kecuali MG₂ yang tidak memiliki korelasi dengan variabel apa pun. Perilaku MG₂ dicatat ketika siswa memindahkan titik atau garis untuk mengukur sudut dan panjang. Sayangnya, anak-anak suka bermain. Peneliti menemukan bahwa beberapa siswa bermain dengan poin dan garis sebelum mereka secara serius mengukur objek. Sehingga beberapa siswa memiliki ratusan catatan data MG₂ pada topik tertentu.

Temuan adalah CT₂ memiliki korelasi ke RT₂ ($p = .720$, $r = .000$) dan RT₂ memiliki korelasi dengan KT₂ ($p = .498$, $r = .010$). Siswa yang lebih suka menggunakan fungsi pengetikan untuk mencatat cenderung menggunakannya untuk berkomentar dan merespons. Hubungan ini menunjukkan pentingnya fungsi pengetikan untuk siswa yang lebih memilih representasi linguistik.

DG tidak memiliki korelasi dengan MG₂ ($p = .267$, $r = .188$), DED berkorelasi negatif dengan MED₂ ($p = -.455$, $r = .020$), dan DP memiliki korelasi positif dengan MP₂ ($p = .433$, $r = .027$). Temuan ini sulit untuk dijelaskan. Hal ini dimungkinkan karena sistem UG tidak dilengkapi fitur deteksi waktu diam (*idle time*) untuk merekam durasi belajar. Data yang lebih banyak dan analisis lebih lanjut tentang durasi belajar diperlukan dalam penelitian berikutnya.

SIMPULAN

Temuan utama dari penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut. Pertama, kelompok eksperimen menunjukkan peningkatan prestasi belajar yang lebih baik daripada kelompok kontrol. Ini menunjukkan bahwa sistem UG dapat mempromosikan pembelajaran otentik yang sangat berguna bagi siswa. Hal ini selaras dengan temuan penelitian sebelumnya oleh (Hwang, Purba, Liu, Zhang, & Chen, 2018) bahwa sistem UG dapat meningkatkan kemampuan estimasi geometri, prestasi belajar, kemampuan spasial, dan pemahaman konsep geometri.

Kedua, meskipun analisis kuantitas perilaku pembelajaran memiliki beberapa batasan. Uji statistik kuantitas perilaku belajar menunjukkan hasil hampir sama dengan analisis kualitas perilaku belajar. Korelasi signifikan positif ada di antara pengukuran oten-

tik, anotasi, penilaian sejawat, dan posttest. Kegiatan mengukur benda nyata merupakan kegiatan yang baru dan menyenangkan bagi siswa. Mereka berlari dari lantai ke lantai mengukur objek menggunakan kamera dan sensor. Ini konsisten dengan publikasi Hwang (2015) yang menunjukkan bahwa meminta siswa untuk melakukan beberapa kegiatan berhubungan dengan geometri yang terkait dengan kehidupan nyata mereka dapat secara efektif meningkatkan motivasi belajar mereka, dan pengalaman pengukuran dapat membangun konsep geometri siswa.

Anotasi membuat pengukuran siswa lebih bermakna. Siswa dapat menjelaskan aspek-aspek penting dari pengukuran mereka dalam catatan mereka. Menggambar anotasi adalah fungsi anotasi yang paling menguntungkan dan bermanfaat. Selain menggambar catatan berwarna-warni, itu memungkinkan siswa untuk menggunakan berbagai representasi (angka, teks, dan simbol). Temuan ini relevan dengan penelitian sebelumnya oleh (Panaoura, 2014). Dia menegaskan adanya model dimensi afektif yang koheren tentang penggunaan representasi untuk memahami konsep geometri, yang menjadi lebih stabil di seluruh tingkat pendidikan.

Temuan lain dari penelitian ini adalah bahwa siswa dapat mengambil manfaat dari kegiatan penilaian sejawat terutama berkomentar berupa gambar. Peneliti menemukan bahwa beberapa komentar siswa kurang bermakna. Siswa harus memiliki panduan untuk memberikan komentar yang lebih berarti. Kelly (2015) mengklaim bahwa rubrik panduan secara signifikan meningkatkan umpan balik dan mengurangi kategori umpan balik yang kurang bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- Cai, J., & Hwang, S. (2002). Generalized and generative thinking in US and Chinese students' mathematical problem solving and problem posing, 21.
- Dewey, J. (1915). *The school and society*. Chicago, Ill.: The University of Chicago Press.
- Dysthe, O. (2006). The challenges of assessment in a new learning culture. *Conference Iceland Pedagogical University, Reykjavik, Iceland*, 24.
- Fauzan, A. (2002). *Applying realistic mathematics education (RME) in teaching geometry in Indonesian primary schools*. s.n.], S.I.

- Hwang, W.-Y., Lin, L.-K., Ochirbat, A., Shih, T. K., & Kumara, W. G. C. W. (2015). Ubiquitous Geometry: Measuring Authentic Surroundings to Support Geometry Learning of the Sixth-Grade Students. *Journal of Educational Computing Research*, 52(1), 26–49. <https://doi.org/10.1177/0735633114568852>
- Hwang, W.-Y., Purba, S. W. D., Liu, Y., Zhang, Y.-Y., & Chen, N.-S. (2018). An Investigation of the Effects of Measuring Authentic Contexts on Geometry Learning Achievement. *IEEE TRANSACTIONS ON LEARNING TECHNOLOGIES*. <https://doi.org/10.1109/TLT.2018.2853750>
- Kelly, L. (2015). Effectiveness of Guided Peer Review of Student Essays in a Large Undergraduate Biology Course, 13.
- Li, L., Zheng, Y., Ogata, H., & Yano, Y. (2004). A framework of ubiquitous learning environment. Dalam *The Fourth International Conference on Computer and Information Technology, 2004. CIT '04* (hlm. 345–350). <https://doi.org/10.1109/CIT.2004.1357219>
- McGarr, O., & Clifford, A. M. (2013). 'Just enough to make you take it seriously': exploring students' attitudes towards peer assessment. *Higher Education*, 65(6), 677–693. <https://doi.org/10.1007/s10734-012-9570-z>
- Nakahara, T. (2007). Cultivating Mathematical Thinking through Representation. *APEC - Tsukuba International Conference III*, 9.
- Ogata, H., & Yano, Y. (2004). Context-aware support for computer-supported ubiquitous learning (hlm. 27–34). IEEE. <https://doi.org/10.1109/WMTE.2004.1281330>
- Panaoura, A. (2014). Using representations in geometry: a model of students' cognitive and affective performance. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 45(4), 498–511. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2013.851804>
- Piaget, J. (1964). Part I: Cognitive development in children: Piaget development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(3), 176–186. <https://doi.org/10.1002/tea.3660020306>
- Rule, A. C. (2006). Editorial: The Components of Authentic Learning, 3(1), 10.
- Topping, K. J., Smith, E. F., Swanson, I., & Elliot, A. (2000). Formative Peer Assessment of Academic Writing between Postgraduate Students. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 25(2), 149–169.
- Topping, Keith J. (2009). Peer Assessment. *Theory Into Practice*, 48(1), 20–27. <https://doi.org/10.1080/00405840802577569>
- Wang, H. (2017). Construction of xAPI-based Multimedia Interaction Technology in Architectural Design Teaching. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 12(07), 101. <https://doi.org/10.3991/ijet.v12i07.7220>