

DOI 10.22460/jpmi.v4i5.1033-1054

## PENGGUNAAN *INFORMATION COMMUNICATION AND TECHNOLOGY (ICT) TOOLS* DALAM MENDUKUNG PEMBELAJARAN MATEMATIKA INTERAKTIF

Sulistiawati<sup>1</sup>, Yaya S. Kusumah<sup>2</sup>, Jarnawi A. Dahlan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Setiabudi No. 229, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

<sup>1</sup> sulistiawati@stkipsurya.ac.id, <sup>2</sup> yskusumah@upi.edu, <sup>3</sup> jarnawi@upi.edu

Diterima: 8 Juli, 2021; Disetujui: 11 Agustus, 2021

### Abstract

The current era has arrived at the presence of a young generation called digital native so that interactive learning based on Information Communication and Technology (ICT) in mathematics is considered very suitable for this situation. This study aims to find out: 1) how is the development and use of ICT tools in interactive mathematics learning in the last decade?, and 2) what are the opinions of users of ICT tools in learning mathematics?. The method used in this research is a literature study method, by reviewing literature or scientific papers relevant to the research problem by using scientific sources. The results of this study are: 1) the development and use of ICT equipment in interactive mathematics learning within the last decade to the use of high technology including teachers using videos, general ICT software, and mathematics ICT software: Computer Algebra System, Dynamic Geometric Software, Dynamic Mathematics Software and Augmented Reality (AR) as part of Virtual Reality (VR); and 2) ICT users in learning (teachers and students), especially mathematical software, have a positive response in the use of ICT in learning.

**Keywords:** Interactive learning, ICT tools, Mathematical software

### Abstrak

Era saat ini telah sampai pada hadirnya generasi muda yang disebut dengan *digital native* sehingga pembelajaran interaktif berbasis *Information Communication and Technology (ICT)* dalam matematika dirasa sangat cocok untuk keadaan ini. Penelitian ini bertujuan untuk memeriksa: 1) bagaimana perkembangan dan penggunaan peralatan ICT dalam pembelajaran matematika interaktif dalam waktu satu dekade terakhir?, dan 2) bagaimana pendapat para pengguna peralatan ICT dalam pembelajaran matematika?. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi kepustakaan (*library research*), dengan cara penelaahan terhadap pustaka atau karya tulis ilmiah yang relevan dengan masalah penelitian dengan menggunakan sumber-sumber ilmiah. Hasil penelitian ini adalah: 1) perkembangan dan penggunaan peralatan ICT dalam pembelajaran matematika interaktif dalam waktu satu dekade terakhir sampai pada penggunaan teknologi tinggi diantaranya pengajar telah menggunakan video, *software-software* ICT umum, dan *software* ICT matematika: *Computer Algebra System*, *Dynamic Geometric Software*, dan *Dynamic Mathematics Software* serta *Augmented Reality (AR)* sebagai bagian dari *Virtual Reality (VR)*, dan 2) pengguna (guru dan siswa) ICT dalam pembelajaran (khususnya *software* matematika) memiliki respon positif terhadap penggunaan ICT dalam pembelajaran.

**Kata Kunci:** Pembelajaran interaktif, Pembelajaran dengan ICT, *Tool software* matematika

**How to cite:** Sulistiawati, S., Kusumah, Y. S., & Dahlan, L. A. (2021). Penggunaan *Information Communication and Technology (ICT) Tools* dalam Mendukung Pembelajaran Matematik Interaktif. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 4 (5), 1033-1054.

---

## PENDAHULUAN

Metode pembelajaran interaktif dapat meningkatkan eksperimen pembelajaran generasi saat ini, yang mana dapat meningkatkan keterampilan visual spasial, keterampilan memori, dan kemampuan *multitasking* (Pradono, Astriani, & Moniaga, 2013). Pembelajaran interaktif memiliki hubungan yang erat dengan teknologi dan kita semua dapat menemukan teknologi hampir di semua tempat (Pradono et al., 2013; Tang, 2011). Penerapan teknologi dalam pendidikan mungkin saja keuntungannya tidak bisa dirasakan saat ini tetapi bisa sampai 10 tahun kemudian, inilah mengapa masih banyak sekolah-sekolah yang belum banyak menerapkan teknologi.

Pembelajaran interaktif yang dilaksanakan di kelas sangat cocok untuk mata pelajaran yang mana pengetahuan dan pengalaman dari guru itu relevan atau materi yang dicari itu sulit (Virrantaus, 2017). Pembelajaran interaktif di kelas bukan bertindak sebagai pesaing dari *e-learning* yang berbasis internet, melainkan bertindak sebagai mitra yang membuat pengajaran dan pembelajaran lebih efektif, meningkatkan kecerdasan manusia, pengalaman baru, cara berkomunikasi yang baru, dan suasana pembelajaran yang berbeda. Pembelajaran interaktif menuntut guru harus siap setiap saat untuk menyelesaikan masalah-masalah minor seperti terminologi dalam Matematika atau Bahasa Inggris.

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), istilah interaktif memiliki arti: 1) bersifat saling melakukan aksi; antar hubungan; saling aktif, 2) berkaitan dengan dialog antara komputer dan terminal atau komputer dan komputer (Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, 2016). Dalam Cambridge Dictionary (2020), *interactive is involving communication between people or reactions between things that work together* (dictionary.cambridge.org). Dalam Oxford Dictionary, *interactive is that involves people working together and having an influence on each other*. Dari definisi ketiga kamus tersebut dapat dirangkum bahwa interaktif adalah proses komunikasi yang melibatkan orang-orang atau aksi-reaksi yang terjadi secara bersama-sama dan memiliki pengaruh satu sama lain.

Pembelajaran interaktif (*interactive learning*) adalah sebuah teknik dalam pembelajaran yang berupaya untuk membuat siswa terlibat secara aktif dalam pembelajaran, hal ini seringkali dilakukan dengan melibatkan teknologi (<https://www.turningtechnologies.com>). Bagian teknologi dalam pembelajaran interaktif mungkin terlihat menakutkan bagi beberapa orang, namun teknologi hadir ditengah-tengah kita bertujuan untuk mendukung pedagogi, bukan sebaliknya. Dengan pemikiran tersebut para pengajar seharusnya mengevaluasi teknologi yang berperan pada pendidikan dengan memperhatikan alat-alat (*tools*) yang dapat menghadirkan ketertarikan yang tinggi pada siswa untuk belajar materi mereka.

Pembelajaran yang melibatkan teknologi biasa dikenal dengan istilah *ICT Based Learning*. Menurut Tinio (Das, 2019) kehadiran teknologi dalam pembelajaran terjadi karena hadirnya globalisasi dan perubahan dari teknologi itu sendiri yang telah menciptakan ekonomi global yang baru yang didorong oleh teknologi, *data-driven*, dan *knowledge-driven*. Hal ini yang mendasari pembelajaran berbasis ICT. Menurut Oduma dan Ile (Das, 2019) ICT adalah sebuah

alat yang mendukung proses pembelajaran dan menjanjikan solusi baru untuk menghadapi tantangan hidup.

Pembelajaran yang melibatkan teknologi pada umumnya digunakan secara interaktif. Siswa dapat memberikan aksi terhadap suatu produk pembelajaran berbasis teknologi yang dikembangkan dan saat itu juga akan memperoleh respon. Pembelajaran yang berbasis teknologi dewasa ini sudah banyak digunakan pada pembelajaran di kelas, yang menggabungkan pembelajaran yang biasanya berbasis ceramah dengan tambahan penggunaan *software*, jika dalam matematika terdapat Maple, Matlab, GeoGebra, dan lain-lain. Penelitian ini memiliki fokus pada pengkajian literatur tentang penggunaan ICT *tools* dalam pembelajaran matematika yang meliputi penggunaan *software* pembelajaran secara umum, *software* pembelajaran matematika, dan *software* aplikasi untuk pembuatan video pembelajaran. Penelitian mengkaji literatur ini masih belum dikaji oleh peneliti-peneliti lain sehingga kajian ini mendukung penelitian-penelitian selanjutnya yang berfokus pada ICT dalam pembelajaran matematika. Penelitian tentang kajian literatur ini didukung oleh Zed (2008) dan Krippendorf (Ahmad, 2018). Untuk itu dalam riset kajian kali ini, penulis merumuskan beberapa pertanyaan penelitian, yaitu: 1) bagaimana perkembangan dan penggunaan peralatan ICT dalam pembelajaran matematika interaktif dalam waktu satu dekade terakhir?, dan 2) bagaimana pendapat yang muncul dari para pengguna peralatan ICT dalam pembelajaran matematika berdasarkan kajian dari artikel?.

## **METODE**

Metode penelitian yang digunakan kali ini adalah metode studi kepustakaan (*library research*) yaitu penelaahan terhadap pustaka atau karya tulis ilmiah yang relevan dengan masalah penelitian dengan menggunakan sumber-sumber seperti: buku teks, jurnal ilmiah, skripsi, tesis, disertasi, referensi statistik, internet, dan sumber lainnya (Sanusi, 2016). *Library research* lebih fokus pada kegiatan memperoleh data melalui bahan koleksi perpustakaan saja tanpa melakukan studi lapangan (Sari & Asmendri, 2018; Zed, 2008). Penelitian ini bersifat deskriptif berupa penggambaran fakta-fakta penelitian tentang perkembangan dan penggunaan peralatan ICT dalam pembelajaran matematika interaktif dalam waktu satu dekade terakhir dan pendapat penggunanya. Teknik analisis data menggunakan analisis isi (*Content Analysis*) berupa analisis/pembahasan yang mendalam terhadap isi dari suatu informasi. Hal ini sejalan dengan Krippendorf (Ahmad, 2018) yang menyatakan bahwa analisis isi merupakan teknik untuk membuat inferensi yang dapat direplikasi (ditiru) dan shahih datanya dengan memperhatikan konteks.

Strategi pencarian literatur yang digunakan adalah melalui basis data *Google Search*, *Google Scholar*, *ResearchGate*, dan *Eric*. Penulis menemukan beberapa artikel dengan memasukkan kata kunci '*ICT in Mathematics Learning*' dan mengumpulkannya. Dari artikel yang diperoleh kemudian peneliti memilih 10 artikel yang mewakili waktu 1 dekade terakhir dari tahun 2011-2020, namun tidak ditemukan artikel yang cocok untuk tahun 2013. Oleh karena itu, penulis kemudian mengarahkan agar menemukan artikel yang membahas tentang GDS dengan memasukkan kata kunci "*using Geometry Dynamic System in mathematics learning*" sehingga diperoleh artikel tahun 2013. Perolehan artikel ini tersaji pada tabel 1.

**Tabel 1.** Sumber Basis Data Artikel dan Alamat *Website*

No.	Basis Data Artikel	Alamat Web	Banyak Artikel
1.	Google Search	<a href="https://www.google.co.id/?hl=id">https://www.google.co.id/?hl=id</a>	3
2.	Google Scholar	<a href="https://scholar.google.com/">https://scholar.google.com/</a>	1
3.	Eric	<a href="https://eric.ed.gov/">https://eric.ed.gov/</a>	5
4.	ResearchGate	<a href="https://www.researchgate.net/">https://www.researchgate.net/</a>	1

Jenis data yang digunakan berupa data sekunder melalui metode studi pustaka. Langkah yang dilakukan adalah dengan menganalisis, mensintesis, dan menyimpulkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Penggunaan dan perkembangan peralatan ICT dalam pembelajaran matematika interaktif dalam waktu 1 dekade terakhir dalam penelitian ini akan diwakili oleh artikel yang berasal dari jurnal internasional dan prosiding internasional. Artikel dari jurnal internasional ada 6 buah, sedangkan artikel dari prosiding internasional ada 4 buah. Data selengkapnya dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Identitas sumber data penelitian

Tahun	Judul	Penulis	Jurnal atau Prosiding	ICT yang Digunakan	Kemampuan atau Sikap yang Diukur
2020	<i>Indonesian Teachers' Knowledge of ICT and the Use of ICT in Secondary Mathematics Teaching</i>	1. Mailizar Mailizar 2. Lianghuo Fan	EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education	-	Pengetahuan guru Indonesia tentang ICT dan kegunaannya dalam pengajaran matematika sekolah menengah
2019	<i>Pre-service Elementary Mathematics Teachers' Views on Geometric Constructions: Building on Interactive Whiteboard?</i>	1. Meral Cansiz Aktas 2. Hayal Yazuv Mumcu	Journal of Education and Teaching (IOJET)	<i>Interactive whiteboard</i>	Pendapat guru prajabatan ( <i>pre-service teacher</i> ) tentang penggunaan papan tulis interaktif dan penggunaan kertas dalam konstruksi geometri
2018	<i>In-Service Mathematics Teachers' Integration of ICT as Innovative Practice</i>	1. Wajeeh Daher 2. Nimer Baya'a 3. Rawan Anabousy	IJRES (International Journal of Research in Education and Science)	video dan presentasi, lembar kerja <i>digital</i> dan permainan, <i>spreadsheet</i> , <i>applet</i> dan <i>GeoGebra</i> ,	Kemampuan guru dalam penggunaan peralatan digital dalam kelas matematika

				aplikasi ponsel, <i>wiki- google docs dan sites, facebook.</i>	
2017	<i>Integrating Interactive Simulations Into The Mathematics Classroom: Supplementing, Enhancing, Or Driving?</i>	1. Kelly Findley 2. Ian Whitacre 3. Karina Hensberry	Proceedings of the 39th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education	<i>PhET Simulation</i>	1. <i>PhET Simulation</i> berfungsi dalam hal: • <i>Supplement</i> (melengkapi) • <i>Enhance</i> (meningkatkan) • <i>Drive</i> (mendukung) 2. <i>Pedagogical Beliefs</i> , yaitu keyakinan guru dalam menggunakan <i>PhET Simulation</i> dalam pembelajaran
2016	<i>The Development of An Interactive Mathematics App For Mobile Learning</i>	1. Mauro Figueiredo 2. Beata Godejord 3. Jose Rodrigus	Proceeding of the 12th International Conference Mobile Learning 2016	Aplikasi seluler ( <i>mobile application</i> )	Peningkatan Kinerja dan prestasi matematika siswa yang didasarkan pada PISA
2015	<i>Teaching Mathematics using Augmented Reality</i>	Janchai Yangprayoon	Proceeding of the 20 <sup>th</sup> Asian Technology Conference in Mathematics	<i>Augmented Reality</i>	Pemahaman dan visualisasi bentuk <i>3D Geometry Objects</i>
2014	<i>Utilization of Information and Communication Technologies in Mathematics Learning</i>	1. Farzaneh Saadati 2. Rohani Ahmad Tarmizi 3. Ahmad Fauzi	IndoMS-JME	-	Sikap mahasiswa terhadap kegunaan ICT

		Mohd Ayub			
2013	<i>Using Dynamic Geometry Software to Explore Eigenvectors: The Emergence of Dynamic-Synthetic-Geometric Thinking</i>	1. Shiva Gol Tabaghi 2. Nathalie Sinclair	Tech Know Learn	<i>Geometry Dynamic Software: Sketchpad</i>	Cara berpikir geometri-sintetis mahasiswa yang menonjolkan konsep berbasis gerak dari vektor eigen dan nilai eigen.
2012	<i>GeoGebra as a motivational tool for teaching and learning in Slovakia</i>	1. Jan Guncaka 2. Janka Majherov a	North American GeoGebra Journal	<i>GeoGebra</i>	Kemampuan sains dasar, komunikasi, dan kompetensi digital
2011	<i>How different is it really? Rural and urban primary students' use of ICT in mathematics</i>	1. Esther Loong 2. Brian Doig 3. Susie Groves	Math Ed - Res J		

1. Artikel pertama dengan judul “*Indonesian Teachers’ Knowledge of ICT and the Use of ICT in Secondary Mathematics Teaching*”.

Artikel ini diterbitkan tahun 2020 oleh Mailizar dan Lianghuo Fan. Penelitian ini memiliki pertanyaan penelitian, topik penelitian, implementasi, dan hasil penelitian seperti yang dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Detail Artikel 1

<b>Pertanyaan Penelitian</b>	<b>Topik Penelitian</b>	<b>Implementasi</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
Bagaimana pengetahuan yang dimiliki oleh guru-guru di Indonesia tentang ICT dan penggunaannya dalam pengajaran?	TPCK ( <i>Technological Pedagogical Content Knowledge</i> )	Survei kepada guru dengan membagikan angket	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru-guru memiliki pengetahuan yang cukup tentang ICT dan penggunaannya dalam pengajaran</li> <li>• pengetahuan tentang ICT-konten-pedagogis guru-guru, berada yang terendah dari semua kategori pengetahuan tentang penggunaan ICT dalam pengajaran</li> <li>• Pengetahuan guru-guru mengenai sumber pembelajaran <i>online</i> lebih baik secara signifikan dari pengetahuan tentang <i>learning management system</i></li> </ul>

Pada artikel kedua ini dilakukan penelitian survei untuk menyelidiki pengetahuan guru matematika sekolah menengah (Kelas 10-12) tentang ICT dan kegunaannya dalam pembelajaran. Pengetahuan-pengetahuan yang diukur selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4 dan tabel 5 berikut.

**Tabel 4.** Deskripsi jenis-jenis pengetahuan tentang ICT dan kegunaannya

<b>Konstruksi Pengetahuan</b>	<b>Deskripsi</b>
1. Pengetahuan tentang ICT	Tahu bagaimana mengoperasikan hardware dan menggunakan software serta internet tanpa pertimbangan suatu konten matematis dan pendekatan pengajaran
2. Pengetahuan tentang kegunaan ICT dalam pengajaran	-
a. Pengetahuan ICT-konten	Tahu bagaimana menggunakan ICT untuk menyajikan, mengomunikasikan, menyelesaikan dan mengeksplorasi konten matematis, ide matematis, atau masalah matematis tanpa mempertimbangkan pendekatan pengajaran
b. Pengetahuan ICT pedagogis	Tahu bagaimana menggunakan ICT untuk memberikan keuntungan pada aspek-aspek tertentu dari pendekatan pengajaran tanpa referensi/acuan pada mata pelajaran tertentu
c. Pengetahuan ICT-konten pedagogis	Tahu bagaimana menggunakan ICT untuk mengajar, menyajikan, dan memfasilitasi pembelajaran dari kon

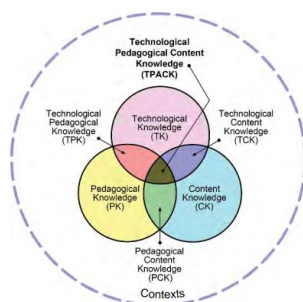
**Tabel 5.** Indikator pengetahuan tentang ICT dan kegunaannya

<b>Pengetahuan Guru tentang ICT</b>	<b>Pengetahuan Guru tentang Penggunaan ICT dalam Pengajaran</b>
<b>Pengetahuan tentang <i>Hardware</i></b>	<b>Pengetahuan tentang ICT-Konten</b>
a. <i>Graphing Calculator</i>	a. Menggunakan ICT untuk menyajikan ide-ide matematis
b. <i>Tablet/ mobile device</i>	b. Menggunakan ICT untuk mengkomunikasikan proses-proses matematis
c. <i>Computer/laptop</i>	c. Menggunakan ICT untuk menyelesaikan masalah-masalah matematiks
	d. Menggunakan ICT untuk mengeksplorasi ide-ide matematis
<b>Pengetahuan tentang <i>Software</i> umum</b>	<b>Pengetahuan ICT-Pedagogis</b>
a. <i>Sotware</i> prosesor kata (misal: Ms. Word)	a. Menggunakan ICT untuk mengajarkan langsung
b. <i>Software</i> presentasi (misal: Ms. Power point)	b. Menggunakan ICT untuk pembelajaran dan pengajaran yang berbasis penemuan ( <i>inquiry</i> )
c. <i>Software</i> presentasi <i>online</i> (misal: Prezi)	c. Menggunakan ICT untuk pembelajaran dan pengajaran yang berbasis proyek

d. <i>Software spreadsheet</i> (misal: Ms. Excel)	d. Menggunakan ICT untuk pembelajaran dan pengajaran yang berbasis penemuan ( <i>discovery</i> )
e. <i>Software</i> peta konsep (misal: Inspiration)	e. Menggunakan ICT untuk pembelajaran dan pengajaran yang berbasis kerjasama/kolaborasi
f. <i>Software</i> animasi (misal: Macromedia Flash)	
g. <i>Software</i> visualisasi 3D (misal: Sketch Up)	
<b>Pengetahuan tentang <i>Software</i> Matematika</b>	<b>Pengetahuan ICT-Konten-Pedagogis</b>
a. <i>Computer Algebra System</i> (misal: Maple dan Maxima)	a. Menggunakan ICT untuk mengajar topik-topik matematika yang akan lebih baik belajarnya ketika menggunakan pendekatan pengajaran tertentu
b. <i>Dynamic Geometric Software</i> (misal: Geometer's Sketchped dan Cabri Geometry)	b. Menggunakan strategi yang menggabungkan konten, ICT dan pendekatan pengajaran untuk mendukung pemahaman siswa sebagaimana mereka sedang belajar matematika
c. <i>Dynamic Mathematics Software</i> (misal: GeoGebra dan Autograph)	c. Menggunakan ICT dalam pengajaran untuk memperkaya konten matematis dan bagaimana mengajarkannya
d. <i>Software</i> statistika (misal: Tinkerplots dan Fathom)	d. Menggunakan ICT untuk menggabungkan tugas-tugas otentik dalam pengajaran matematika melalui pembelajaran berbasis proyek
	e. Menggunakan ICT untuk mengajar siswa mengembangkan kemampuan <i>problem solving</i> mereka melalui pembelajaran berbasis penemuan ( <i>inquiry</i> )
<b>Pengetahuan <i>online tools</i></b>	
a. Sumber pembelajaran <i>online</i> (misal: Khan Academy)	
b. <i>Learning Management System</i> (misal: Moodle)	

Fokus dari artikel kedua ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengetahuan para guru sekolah menengah tentang ICT dan Penggunaan ICT dalam Pengajaran, khususnya pengajaran matematika. Pengetahuan tentang ICT meliputi: pengetahuan tentang *hardware*, pengetahuan tentang *software* secara umum, pengetahuan tentang *software* matematika, dan pengetahuan tentang *online tools*. Pengetahuan guru tentang penggunaan ICT dalam pengajaran meliputi: pengetahuan konten ICT, pengetahuan pedagogi ICT, dan pengetahuan konten pedagogi ICT. Pengetahuan-pengatahuan tersebut merupakan teori dalam TPCK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*). TPCK adalah suatu kerangka yang mengintegrasikan pengetahuan teknologi, pengetahuan pedagogi, dan pengetahuan konten pada suatu pembelajaran (Shulman, 1986). TPCK merupakan hasil perkembangan dari PCK (*Pedagogical Content Knowledge*) yang menggabungkan antara teknologi dan pedagogi dalam menjalankan proses pembelajaran. Hubungan unsur-unsur PCK dan TPCK dapat dilihat pada gambar berikut.





**Gambar 1.** Hubungan unsur-unsur dalam PCK dan TPACK

2. Artikel kedua dengan judul “*Pre-service Elementary Mathematics Teachers’ Views on Geometric Constructions: Building on Paper or Interactive Whiteboard?*”

Artikel ini dipublikasikan oleh Aktas dan Mumcu tahun 2019. Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Laut Hitam Turki. Riset ini mengimplementasikan penggunaan papantulis interaktif (*interactive whiteboard*) dalam pembelajaran matematika. Penelitian ini memiliki pertanyaan penelitian, topik penelitian, implementasi, dan hasil penelitian seperti yang dapat dilihat pada tabel 6.

**Tabel 6.** Detail artikel ke-2

Pertanyaan Penelitian	Topik Penelitian	Implementasi	Hasil Penelitian
Bagaimana pendapat guru prajabatan ( <i>pre-service teacher</i> ) tentang penggunaan papan tulis interaktif dan penggunaan kertas dalam konstruksi geometri?	Konstruksi geometri ( <i>Geometric Construction</i> )	Menggunakan papantulis interaktif dan kertas untuk menggambar geometri	<ul style="list-style-type: none"> <li>hampir semua guru tidak memiliki pengalaman dalam konstruksi geometri dalam pendidikan mereka sebelumnya</li> <li>para guru lebih cenderung mudah melakukan konstruksi geometri di atas kertas daripada menggunakan papantulis interaktif</li> </ul>

*Interactive whiteboard* dalam penelitian ini merupakan papan interaktif yang dilengkapi dengan perangkat lunak *Starboard*, yang menyediakan berbagai alat bagi guru dan siswa untuk menggunakan papan secara efisien. Beberapa aksesoris ruang kelas disediakan sebagai fungsi *default: Menu> Tools> Accessories* yang dapat digunakan untuk menggambar bentuk-bentuk geometri. Berikut ini contoh guru-guru yang melakukan konstruksi geometri pada *whiteboard* interaktif dan kertas..



**Gambar 2.** Konstruksi geometri pada papantulis interaktif dan kertas  
Sumber: Aktas & Mumcu (2019)

3. Artikel yang berjudul “*In-Service Mathematics Teachers’ Integration of ICT as Innovative Practice*”

Artikel ini dipublikasikan tahun 2018 oleh Wajeeh Daher, Nimer Baya’a, dan Rawan Anabousy. Penelitian ini memiliki pertanyaan penelitian, topik penelitian, implementasi, dan hasil penelitian seperti yang dapat dilihat pada tabel 7.

**Tabel 7.** Detail artikel ke-3

Tujuan Penelitian	Implementasi	Topik Penelitian	Hasil Penelitian
Mengetahui isu-isu berbeda yang berkaitan dengan ICT dalam pembelajaran yang dilakukan oleh guru dalam jabatan.	Lokakarya dalam komunitas PDS bagi guru dalam jabatan ( <i>in-service teacher</i> )	Penggunaan ICT seperti video, <i>Ms. Word</i> , <i>GeoGebra</i> , dll.	PDS dapat berfungsi sebagai <i>platform</i> untuk pembelajaran sosial dalam sebuah komunitas dengan tujuan memanfaatkan alat digital untuk mengajar, khususnya matematika

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui isu-isu berbeda yang berkaitan dengan ICT dalam pembelajaran yang dilakukan oleh guru dalam jabatan. Penelitian ini dilakukan pada Sekolah Pengembangan Profesional (*The Profession Development School/PDS*) yang dilakukan dengan menggunakan Model Difusi Inovasi Rogers (*the Innovation Diffusion Model of Rogers*) yang terdiri dari 5 tahapan: 1) pengetahuan tentang inovasi, 2) pembentukan sikap terhadap inovasi, 3) pengambilan keputusan untuk menerima atau menolak, 4) implementasi inovasi, dan 5) konfirmasi atas keputusan menyetujui atau menolaknya.

4. Artikel dengan judul “*Integrating Interactive Simulations into The Mathematics Classroom: Supplementing, Enhancing, Or Driving?*”

Artikel ini dipublikasikan oleh Kelly Findley, Ian Whitacre, dan Karina Hensberry pada tahun 2017. Penelitian ini memiliki pertanyaan penelitian, topik penelitian, implementasi, dan hasil penelitian seperti yang dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8.** Detail artikel ke-4

Pertanyaan Penelitian	Topik Penelitian	Implementasi	Hasil Penelitian
1. Apa tujuan menggunakan <i>PhET Simulation</i> dalam pelajaran matematika? Dan bagaimana guru-guru memposisikan <i>PhET Simulation</i> untuk mencapai tujuan tersebut?	Fungsi Linier dan Fungsi Kuadrat dengan menggunakan <i>PhET Simulation</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru (sebanyak 3 orang) mengajar siswa sebanyak 11 pertemuan dengan masing-masing pertemuan 1-2 jam pelajaran/sesi.</li> <li>Peneliti mengamati dari</li> </ul>	1. <i>PhET Simulation</i> diposisikan guru untuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>Melengkapi (<i>supplement</i>)</li> <li>Meningkatkan (<i>Enhance</i>)</li> <li>Mendorong (<i>Drive</i>)</li> </ul> 2. Para guru memiliki keyakinan bahwa <i>PhET Simulation</i> dapat
2. Bagaimana posisi dari guru-guru terkait <i>PhET Simulation</i> yang			

berhubungan dengan keyakinan pedagogis mereka tentang mengintegrasikan peralatan berteknologi tinggi dan keyakinan tentang standar-standar konten?	pertemuan, pertemuan 10 dilakukan oleh guru dengan <i>feedback</i> yang diberikan peneliti, dan pertemuan 11 dilakukan oleh peneliti.	memperbaiki kegiatan pembelajaran menjadi lebih interaktif
--	---	--

Untuk menemukan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan penelitian pada tabel di atas, diuraikan dua hal berikut. Pertama, dalam menganalisis untuk menjawab pertanyaan penelitian nomor 1, peneliti menggunakan: 1) *grounded analysis approach* untuk mendefinisikan kategori-kategori yang berbeda dari pemosisian *PhET Simulation*. Cara yang dilakukan dengan: a) Menginvestigasi rekaman berbasis *PhET Simulation* dan segala hal terkait pelajaran melalui proses pemetaan struktur pelajaran dan mencatat berbagai metode pembelajaran yang digunakan guru pada setiap pelajaran, dan b) memeriksa LKS yang diberikan guru kepada siswa pada setiap pelajaran dan membahas bagaimana berbagai pertanyaan dan petunjuk yang terdapat pada LKS memposisikan *PhET Simulation* dalam tugas-tugas yang diselesaikan oleh siswa. Kemudian, 2) *theory-driven approach* dengan menggambarkan kerangka peralatan berteknologi tinggi (*high-tech tool*) dengan cara menggunakan kombinasi dari analisis yang berpusat pada data dan didukung oleh teori-teori, merevisi kategori posisi *PhET Simulation* secara berulang. Proses ini menghasilkan kerangka kerta 3 tingkat yang mendefinisikan 3 tujuan umum *PhET Simulation* dalam pelajaran matematika dan menjelaskan bagaimana guru memposisikan *PhET Simulation* untuk memenuhi tujuan tersebut.

Kedua, dalam menganalisis untuk menjawab pertanyaan nomor 2 peneliti menggunakan analisis studi kasus-jamak (*multiple-case study analysis*). Analisis dilakukan dengan membuat profil guru yang dapat menggambarkan kemampuan yang dikuasai dan kendala yang dihadapi terkait implementasi dari *PhET Simulation*.

5. Artikel dengan judul “*The Development of An Interactive Mathematics App for Mobile Learning*”

Artikel ini dipublikasikan tahun 2016 oleh Mauro Figueiredo, Beata Godejord, dan Jose Rodrigus. Penelitian ini dilaksanakan di Norwegia dengan menggunakan aplikasi-aplikasi untuk *mobile learning*. Penelitian ini memiliki tujuan penelitian, topik penelitian, implementasi, dan hasil penelitian seperti yang dapat dilihat pada tabel 9.

**Tabel 9.** Detail artikel ke-5

<b>Tujuan Penelitian</b>	<b>Topik Penelitian</b>	<b>Implementasi</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
Membandingkan kelas <i>blended learning</i> dengan kelas <i>face-to-face</i> dalam pembelajaran matematika.	Aljabar	Pengembangan aplikasi <i>mobile learning</i> yang didalamnya memuat konten video tentang masalah	Penggunaan aplikasi seluler dalam pembelajaran matematika memungkinkan hadirnya masalah matematika dan penyelesaiannya melalui video, kelas matematika menjadi lebih luas yaitu menjadi kelas virtual, sehingga siswa memiliki

---

matematika dan keluluasaan untuk berlatih beberapa penyelesaian kali sampai mereka memahami.

---

Dalam penelitian ini dijelaskan bahwa kelas-kelas yang menggunakan *blended learning*, secara statistik memiliki hasil yang lebih baik dari pada kelas *face-to-face*. *Mobile learning* ini menggunakan *smartphone* dan *tablet* sebagai alat untuk mengakses aplikasi. Proses pembelajaran dengan mengembangkan aplikasi *mobile* dilakukan untuk meningkatkan performa matematika dan pencapaian prestasi siswa.

Selain itu, pengembangan aplikasi *mobile* ini bertujuan untuk memperluas lingkungan pembelajaran tradisional ke dalam kelas *virtual* yang dapat menjaga siswa tetap terhubung (*connected*) untuk belajar matematika dengan mengeksplorasi *math tools* yang dapat membuat siswa menjadi banyak berlatih. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengeksplorasi video perkuliahan dan *gamification* di *smartphone*, *phablet*, dan *tablet*. Aplikasi ini digunakan dalam *model blended learning and teaching* pada matematika yang mengakomodasi dua mekanisme permainan yaitu kompleksitas dan detail. Kompleksitas terdiri dari 3 level yaitu *beginner* (pemula), *intermediate* (menengah), dan *advance* (lanjutan).

Aplikasi ini didukung oleh *server web* dan sistem manajemen basis data untuk menyimpan data dan pertanyaan (*query*) bagi pengguna, lembar kerja dari permasalahan dan hubungan keduanya. Setiap *worksheet*/lembar kerja mencakup satu set pertanyaan dari tema, bab, dan kelas (tahun) dari kurikulum matematika. Informasi tentang aktivitas pengguna juga disimpan dalam *database* seperti tanggal dan waktu login, lembar kerja yang dipilih dan jawaban yang dikirimkan. Berikut ini contoh tampilan aplikasi pada *smartphone* atau *tablet*

Pembelajaran dengan *mobile learning* ini memungkinkan ketika siswa menemukan kesulitan, ia dapat mengakses video dengan penyelesaian masalah. Dengan video ini siswa dapat melihat video secara berulang-ulang sampai siswa betul-petul paham.

#### 6. Artikel dengan judul “*Teaching Mathematics using Augmented Reality*”

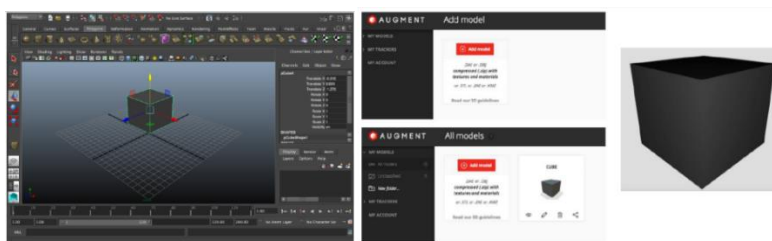
Artikel ini dipublikasikan oleh Janchai Yangprayoon pada tahun 2015. Penelitian ini memiliki pertanyaan penelitian, topik penelitian, implementasi, dan hasil penelitian seperti yang dapat dilihat pada tabel 10.

**Tabel 10.** Detail artikel ke-6

<b>Pertanyaan Penelitian</b>	<b>Topik Penelitian</b>	<b>Implementasi</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
Bagaimana mengembangkan <i>Augmented Reality</i> untuk membelajarkan matematika topik geometri 3D?	Geometri 3D	Peneliti mengembangkan <i>Augmented Reality</i> untuk pembelajaran matematika geometri 3 dimensi, kemudian memberikan lokakarya kepada guru dan <i>study camp</i> bagi siswa	Pembelajaran dengan <i>Augmented Reality</i> dapat memberikan suasana pembelajaran yang menyenangkan dan meningkatkan motivasi belajar siswa

Penelitian ini menyajikan potensi dan tantangan penggunaan *Augmented Reality* (AR) dalam pendidikan matematika. Dalam riset ini dikembangkan perangkat lunak yang diberinama *Autodesk Maya* yang digunakan untuk menggambar objek geometri dan digunakan perangkat lunak penampil AR untuk melihat objek 3D. Pengembangan AR dalam artikel ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan anak dalam belajar matematika. AR merupakan bagian dari *Virtual Reality* (VR) yang memungkinkan pengguna untuk melihat dunia nyata dengan objek virtual yang digabungkan dengan dunia nyata (Azuma, 1997; Yingprayoon, 2015). Misalnya, pengguna dapat melihat objek virtual geometri seperti kubus dan kerucut dalam 3D yang ditumpangkan dengan gambar kubus atau kerucut dalam 2D pada buku teks.

Untuk membuat objek-objek 3D peneliti menggunakan perangkat lunak *Autodesk Maya* yang dapat di-run pada *mobile phone* atau komputer. Kemudian digunakan perangkat lunak lain untuk menghubungkan model ke latar belakang atau *tracker*/pelacak. Perangkat lunak tersebut bisa diperoleh/dibeli dari <http://www.augmentedev.com/>. *Tracker* berguna untuk melihat model 3D, misalnya kubus, pada AR menggunakan *mobile phone* atau komputer tablet, diperlukan *background* gambar hasil *scan*. Untuk melihat gambar model 3D AR harus menggunakan aplikasi yang diunduh untuk memindai pelacak/*tracker*. Aplikasi yang digunakan bernama “AUGMENT” untuk *iphone*. Contoh tampilannya dapat dilihat seperti berikut.



**Gambar 3.** Model kubus dan Layar Kerja untuk Pembuatan AR Model Kubus

Dengan menekan tombol *scan* pada *tracker* akan muncul model kubus di atas *background* hasil *scan* sertifikat ATCM 2015.



**Gambar 4.** Tampilan Model kubus pada AR di atas *background*/*tracker*

7. Artikel dengan judul “*Utilization of Information and Communication Technologies in Mathematics Learning*”

Artikel ini diterbitkan oleh Farzaneh Saadati, Rohani Ahmad Tarmizi, dan Ahmad Fauzi Mohd Ayub pada tahun 2014. Penelitian ini memiliki pertanyaan penelitian, topik penelitian, implementasi, dan hasil penelitian seperti yang dapat dilihat pada tabel 11.

**Tabel 11.** Detail Artikel 7

<b>Pertanyaan Penelitian</b>	<b>Topik Penelitian</b>	<b>Implementasi</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
Bagaimana sikap mahasiswa terhadap ICT?	Sikap terhadap ICT	Pemberian angket dan wawancara	Mahasiswa memberikan respon positif terhadap teknologi yang mereka gunakan dalam pembelajaran

Penelitian ini dilakukan dalam dua sesi, sesi pertama peneliti mendeskripsikan sikap mahasiswa terhadap ICT (mengukur penggunaan komputer), kemudian sesi selanjutnya adalah interview yang mana diperoleh data kualitatif dengan beberapa responden. Responden wawancara ada sebanyak 21 mahasiswa (17 laki-laki dan 4 perempuan). Wawancara dilakukan dengan menggunakan *platform* sosial media *Facebook*. Wawancara difokuskan pada keterampilan mahasiswa dalam menggunakan ICT seperti komputer dan sumberdaya berbasis internet, perangkat lunak dalam pembelajaran matematika, dan pendapat mereka tentang pentingnya mengintegrasikan ICT di kelas matematika.

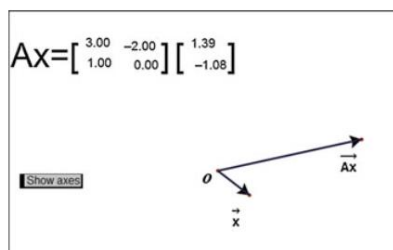
8. Artikel dengan judul “*Using Dynamic Geometry Software to Explore Eigenvectors: The Emergence of Dynamic-Synthetic Geometric Thinking*”

Artikel ini dipublikasikan oleh Shiva Gol Tabaghi dan Nathalie Sinclair pada tahun 2013. Penelitian ini memiliki pertanyaan penelitian, topik penelitian, implementasi, dan hasil penelitian seperti yang dapat dilihat pada tabel 12.

**Tabel 12.** Detail artikel ke-8

<b>Pertanyaan Penelitian</b>	<b>Topik Penelitian</b>	<b>Implementasi</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
Bagaimana pemikiran geometris sintesis-dinamis mahasiswa setelah mengeksplorasi vector eigen dan nilai eigen menggunakan <i>Sketchpad Dragging tool</i> ?	Vektor Eigen dan nilai Eigen	Eksplorasi vektor Eigen dan nilai Eigen menggunakan fasilitas <i>dragging tool</i> pada <i>Sketchpad</i>	Gerakan geometris dinamis pada eksplorasi vektor eigen dan nilai eigen dengan <i>dragging tool</i> mengembangkan cara berpikir geometris-sintesis-dinamis dari mahasiswa

Subyek yang digunakan pada penelitian sebanyak 5 orang partisipan (4 orang mahasiswa tingkat sarjana dan 1 orang mahasiswa tingkat pascasarjana) 3 diantaranya telah menyelesaikan perkuliahan Aljabar Linear, sedangkan 2 lainnya sedang mengikuti perkuliahan Aljabar linear ketika sedang di wawancara. Penelitian dilakukan dengan menganalisis pemikiran mahasiswa saat mereka berinteraksi dengan sketsa geometri dinamis yang dirancang untuk mengeksplorasi vektor Eigen dan nilai Eigen dengan *Sketchpad Dragging tool*. Berikut ini contoh sketsa dari Eigen dalam artikel ini.



Gambar 5. Snapshot sketsa Eigen

Penelitian ini menggunakan teori genesis instrumental untuk memahami bagaimana mahasiswa belajar *dragging* vektor pada bangun datar (*plane*) ketika menyelesaikan tugas yang berkaitan dengan vektor Eigen dan nilai Eigen. Teori genesis instrumental sebagian besar berkaitan dengan dua proses (instrumentasi dan instrumentalisasi) yang terlibat dalam perubahan peralatan menjadi instrumen. Dalam konteks instrumentalisasi, beberapa peneliti telah berfokus pada penggunaan alat seret (*dragging tool*) di lingkungan geometri dinamis, dan telah menunjukkan bagaimana alat ini dapat memediasi hubungan antara entitas perseptual dan konseptual. Proses instrumentasi, diarahkan oleh alat yang melibatkan kendala dan potensi alat yang membentuk kemampuan siswa kegiatan. Teori genesis instrumental memperhatikan berbagai cara menggerakkan dan menyeret fitur selama siswa mengeksplorasi.

Penelitian ini juga menggunakan teori kognisi untuk menganalisis pemahaman visual dan kinestetik yang muncul. Dari proses ini diperoleh bahwa para mahasiswa mengembangkan cara berpikir geometri sintetis yang telah ditunjukkan oleh para peneliti sebagai hal esensial dalam pemahaman topik pada aljabar linear. Akan tetapi hal ini terjadi hanya pada Sebagian kecil mahasiswa. Ditemukan juga bahwa cara berpikir geometri sintetis sangat difiturkan untuk konsep berdasarkan gerak dari vector eigen dan nilai eigen, sehingga hal ini mengarahkan peneliti untuk mengkarakterisasi sebagai geometri-dinamis-sintetis.

9. Artikel dengan judul “*GeoGebra as a motivational tool for teaching and learning in Slovakia*”

Artikel ini dipublikasikan oleh Jan Guncaka dan Janka Majherova pada tahun 2012. Penelitian ini memiliki pertanyaan penelitian, topik penelitian, implementasi, dan hasil penelitian seperti yang dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Detail artikel ke-9

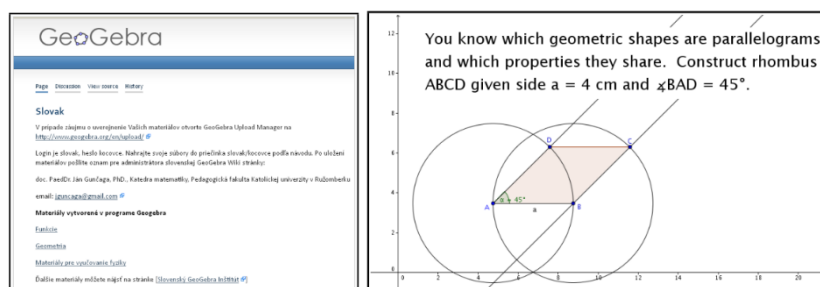
Pertanyaan Penelitian	Topik Penelitian	Implementasi	Hasil Penelitian
Bagaimana penggunaan GeoGebra bagi guru dan siswa?	Geometri	Menggunakan <i>GeoGebra wiki</i> , <i>GeoGebraTube</i> dan <i>website</i> untuk menggambar dan mengkonstruksi bangun-bangun geometri	<i>GeoGebra</i> dapat mendukung proses kognitif guru dan juga mengembangkan kemampuan penalaran logis dan formal serta komunikasi dan kerjasama

Penelitian ini disesuaikan dengan *framework* dari *The New Slovak Curriculum ISCED 2* (Kurikulum Slovakia yang baru) untuk sekolah level menengah bawah (SMP) yang termasuk di dalamnya mencakup kompetensi untuk pengajaran geometri. Misalnya siswa harus mampu membangun dan menggambarkan bangun geometris dasar atau menentukan sifat-sifat unsur

tertentu (hubungan sisi, diagonal, pertidaksamaan segitiga dan seterusnya). Mereka harus mengetahui transformasi geometri dasar, simetri aksial dan pusat, hubungan antara gambar dan gambar dalam transformasi dan cara menganalisis dan menyelesaikan tugas-tugas aplikasi geometri dengan menggunakan pengetahuan matematika.

Penelitian ini memberikan berbagai kemungkinan penggunaan *GeoGebra* dalam pendidikan, seperti menggunakan ‘*Slovak GeoGebra Wiki*’. Penggunaan *GeoGebra* ini dilakukan pada pembelajaran matematika, fisika, dan ilmu komputer. Peneliti dalam artikel ini hanya mengambil fokus pada pembelajaran matematika.

*GeoGebra* menghubungkan fitur sistem aljabar komputer (CAS/*Computer Algebra System*), perangkat lunak geometri interaktif dan lembar kerja (*spreadsheet*). *GeoGebra* menyediakan fungsionalitas ini dalam antarmuka yang intuitif dan ramah pengguna. *GeoGebra* memberi guru dan siswa sebuah metode untuk membuat situs *web* HTML dinamis dengan gambar-gambar yang interaktif. Materi yang dikembangkan oleh *GeoGebra* kemungkinan besar diunggah dan diletakkan secara bebas di *GeoGebraTube* ([www.geogebra.org](http://www.geogebra.org)) atau *GeoGebra Wiki* (<http://wiki.geogebra.org/en/>). Terakhir berisi materi-materi yang dibuat untuk siswa sekolah. Materi-materi dan *applet-applet* yang tersedia di situs tersebut memanfaatkan interaktivitas dan karakter dinamis *GeoGebra*. Berikut contoh tampilan dari *GeoGebra Wiki*



Gambar 6. Tampilan GeoGebra Wiki dan contoh hasil eksplorasi

10. Artikel dengan judul “*How different is it really? Rural and urban primary students’ use of ICT in mathematics*”

Artikel ini dipublikasikan oleh Esther Loong, Brian Doig, dan Susie Groves yang dipublikasikan pada tahun 2011. Penelitian ini memiliki pertanyaan penelitian, topik penelitian, implementasi, dan hasil penelitian seperti yang dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14. Detail artikel ke-10

Pertanyaan Penelitian	Topik Penelitian	Implementasi	Hasil Penelitian
Bagaimana sikap siswa terhadap penggunaan ICT antara siswa pedesaan dan perkotaan?	ICT di rumah	di sekolah dan di rumah pedesaan dan perkotaan	Survei pada siswa di daerah pedesaan dan perkotaan Terdapat perbedaan penggunaan ICT pada siswa di pedesaan dan perkotaan, baik di sekolah maupun di rumah

Penelitian ini dilakukan dengan menyurvei siswa untuk mengeksplorasi berbagai penggunaan ICT termasuk untuk beberapa teknologi dasar seperti TV. Bagian-bagian yang dieksplorasi,



yaitu: 1) sikap siswa terhadap matematika, 2) penggunaan papan tulis elektronik oleh guru dan siswa di sekolah, dan 3) penggunaan peralatan audio-visual, kalkulator, internet, dan komputer.

Dalam artikel ini dijelaskan bahwa perkembangan utama dalam penggunaan teknologi adalah peluang yang ditawarkan untuk konektivitas yang memungkinkan guru dan siswa dapat 'berkomunikasi secara lisan atau tertulis' dalam bentuk melalui internet, lingkungan belajar elektronik, dan fasilitas konektivitas kelas yang memungkinkan untuk mengumpulkan hasil siswa dari perangkat genggam dan memproyeksikannya di papan tulis interaktif. Konektivitas guru dan siswa atau siswa dengan siswa lain terjadi menggunakan *email*, atau perangkat lunak sosial seperti *facebook* maupun situs matematika yang dapat diakses seperti *NRich* (<http://nrich.maths.org/public/>).

Unsur yang dilihat pada penelitian ini adalah: Persepsi siswa terhadap matematika dan ICT, penggunaan whiteboard interaktif di sekolah, penggunaan peralatan audio-visual di sekolah dan di rumah, penggunaan kalkulator di sekolah dan di rumah, penggunaan internet untuk matematika di sekolah dan rumah, dan penggunaan *software* komputer untuk matematika di sekolah dan di rumah.

## **Pembahasan**

Artikel pertama oleh Mailizar & Fan (2020) bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengetahuan para guru sekolah menengah tentang ICT dan penggunaan ICT dalam pengajaran matematika melalui sebuah survei. Hasil yang diperoleh adalah bahwa guru memiliki pengetahuan yang cukup tentang ICT dan pengetahuan konten pedagogi ICT (*ICT Pedagogical Knowledge*) guru adalah yang terendah dari semua pengetahuan guru tentang penggunaan ICT dalam pengajaran. Meski demikian, guru memiliki pengetahuan yang baik mengenai *online tools* dalam pengajaran.

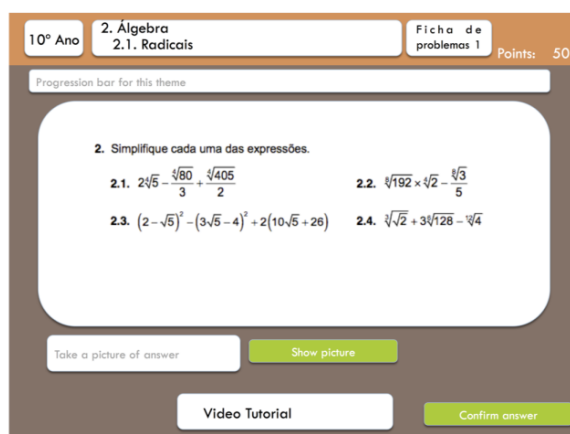
Penelitian pada artikel kedua oleh Aktas & Mumcu (2019) bertujuan untuk mengetahui pendapat guru prajabatan (*pre-service teacher*) tentang penggunaan papan tulis interaktif dan penggunaan kertas dalam konstruksi geometri. Hasil penelitian pada artikel kedua ini diperoleh bahwa hampir semua guru tidak memiliki pengalaman terkait konstruksi geometri pada pendidikan mereka sebelumnya dan sebagian besar pendapat calon guru tentang konstruksi geometri adalah positif. Mereka memiliki lebih banyak masalah ketika mengkonstruksi geometri di papantulis interaktif (*interactive whiteboard*) daripada di atas kertas. Sehingga pendapat tentang mengkonstruksi geometri di atas kertas lebih positif daripada di papan tulis interaktif. Mereka berpendapat bahwa konstruksi geometri di papan tulis interaktif cocok untuk domain afektif, sedangkan untuk konstruksi di atas kertas cocok untuk domain kognitif.

Penelitian pada artikel ketiga oleh Daher, Baya'a, & Anabousy (2018) bertujuan untuk memeriksa perkembangan ICT guru matematika dalam jabatan (*in-service teacher*) dalam mengintegrasikan ICT dalam pembelajaran mereka, dimana integrasi ini dianggap sebagai kandidat inovasi untuk diadopsi oleh guru-guru matematika prajabatan. Pengadopsian ini difasilitasi oleh komunitas penyelidikan yang terdiri dari guru dalam jabatan, mahasiswa calon guru, dan peneliti. Guru dalam jabatan disini adalah guru yang telah memiliki gelar sarjana dan sertifikat mengajar juga memiliki sedikitnya 10 tahun pengalaman dalam mengajar. Mahasiswa calon guru berada di tahun ke-3 perkuliahan dan ada sebanyak 18 orang. Hasil dari penelitian adalah, penyediaan komunitas PDS dapat berfungsi sebagai *platform* untuk pembelajaran sosial dalam sebuah komunitas dengan tujuan memanfaatkan alat digital untuk mengajar, dalam kasus ini adalah matematika. Program-program dari pengembangan profesional guru matematika yang menekankan penggunaan peralatan ICT di kelas matematika dapat memberikan

keuntungan ketika guru prajabatan, mahasiswa calon guru, dan peneliti belajar bersama-sama menemukan cara terbaik untuk memanfaatkan alat-alat *digital* di kelas matematika.

Fokus dari artikel keempat oleh Findley, Whitacre, & Hensberry (2017) ini untuk mengetahui bagaimana *PhET Simulation* di posisikan oleh guru, apakah berfungsi melengkapi (*supplement*), meningkatkan (*enhance*), atau mendorong (*drive*). *PhET Simulation* dengan fungsi melengkapi bertujuan untuk membantu guru dalam mengimplementasikan pelajaran tanpa adanya perbedaan yang berarti dari pelajaran yang mungkin dapat diberikan oleh guru pada umumnya. *PhET Simulation* berfungsi *supplement* berarti tujuan pembelajaran dengan membuat pelajaran menjadi lebih tepat atau hemat waktu dengan konten yang tidak berubah dalam hal kedalaman dan ruang lingkungannya. *PhET Simulation* berfungsi untuk *enhance*, guru mengintegrasikan fitur dari *PhET Simulation* yang eksklusif untuk meningkatkan tugas pelajaran sehingga bisa menghemat waktu dan meningkatkan ketelitian (presisi). *PhET Simulation* berfungsi sebagai *drive*, berfungsi mendorong transformasi pelajaran sebagai tujuan pembelajaran yang dicapai dalam eksplorasi dan interaksi siswa yang lebih bermakna melalui perangkat lunak ini.

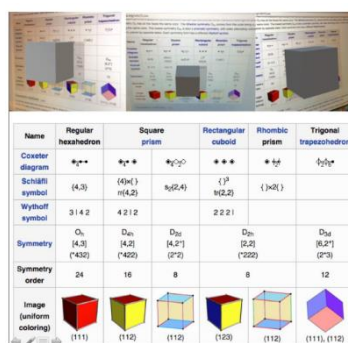
Artikel kelima bertujuan oleh Figueiredo, Godejord, & Rodrigues (2016) untuk membandingkan kelas *blended learning* dengan kelas *face-to-face* dalam pembelajaran matematika. Hasilnya diperoleh bahwa pengembangan aplikasi seluler interaktif menyediakan masalah matematika dan video penyelesaian masalah yang memungkinkan perluasan kelas menjadi sebuah ruang virtual dimana siswa dapat mempunyai lebih banyak waktu untuk latihan menyelesaikan masalah. Dalam penelitian ini diperlihatkan bahwa teknologi adalah sesuatu yang *acesable* (mudah diakses) dan mudah digunakan oleh guru matematika dan siswa. Contoh tampilan video permasalahan matematika dapat dilihat pada gambar 7. Penelitian ini berupa pengembangan aplikasi yang digunakan dalam *smartphone* dan tablet untuk memberikan aktivitas yang dapat dilakukan siswa di luar kelas atau di rumah dan menambah waktu yang mereka habiskan untuk belajar dan berlatih matematika. Siswa menyelesaikan kegiatan matematika dibantu dengan presentasi dari video dengan penyelesaian masalah.



Gambar 7. Contoh tampilan video pada *mobile learning*

Pada artikel keenam oleh Yingprayoon (2015), peneliti mengadakan lokakarya bagi guru dan *student camp* bagi siswa dan mencari cara baru untuk meninjau istilah matematika untuk pemahaman yang lebih baik. Caranya dengan menggunakan *QR code* dan *animator GIF* yang dapat membuat suasana kelas lebih menyenangkan. Peneliti juga menggunakan *Augmented Reality* untuk membuat suasana belajar lebih menarik dan menyenangkan, yang dapat membangkitkan minat dan motivasi peserta didik. Langkah yang dilakukan adalah dengan

menggunakan buku teks sebagai pelacak untuk membuat objek AR. Dengan cara ini, siswa lebih banyak memperhatikan kelas dan lebih banyak mempelajari buku teks. Peneliti juga membuat siswa aktif dengan cara meminta siswa untuk membuat objek AR mereka sendiri terkait dengan topik yang mereka pelajari. Beberapa siswa menggunakan objek AR mereka sendiri yang terhubung dengan *QR code* serta animator GIF. Para siswa membagikan karya AR mereka di depan siswa-siswa lainnya yang dapat memberikan dampak menguatnya lingkungan belajar matematika di kelas, atau bahkan siswa dapat belajar mandiri di mana saja. Berikut gambar 8 adalah contoh tampilan AR.



Gambar 8. Tampilan *Augmented Reality* pada topik geometri 3D

Artikel ketujuh oleh Saadati, Tarmizi, & Ayub (2014) bertujuan untuk mengetahui bagaimana sikap mahasiswa terhadap ICT. Hasil penelitian dari artikel ketujuh, dari angket diperoleh hasil bahwa para mahasiswa telah membagikan pendapat yang reliabel (dapat diandalkan). Para mahasiswa menyampaikan bahwa mereka tidak memiliki masalah serius atau sikap yang negatif terhadap matematika. Bahkan, pengalaman mereka dengan internet dan teknologi adalah sesuatu yang menggembirakan. Ini menunjukkan bahwa para mahasiswa memiliki respon bahwa teknologi memiliki peran positif dalam kehidupan mereka. Temuan pada penelitian ini yang diperoleh dari wawancara adalah bahwa teknologi dapat: a) menyediakan lingkungan visual untuk meningkatkan pemahaman konsep 3D, b) menggunakan sumber daya internet untuk membuat siswa merasa nyaman dan percaya diri dalam belajar matematika, dan c) menerapkan *software* berbeda sebagai peralatan pembelajaran yang menstimulasi.

Penelitian pada artikel kedelapan Tabaghi & Sinclair (2013) bertujuan untuk mengetahui pemikiran geometris sintesis-dinamis mahasiswa setelah mengeksplorasi vektor eigen dan nilai eigen menggunakan *Sketchpad Dragging tool*. Hasil dari penelitian ini adalah sebagian besar mahasiswa mengintegrasikan cara berpikir geometris sintesis dengan analitik-artimatika. Penggunaan *dragging tool* dan dinamisme dari vektor-vektor mempengaruhi cara berpikir mahasiswa. Hal ini tampak dari penggunaan Gerakan tubuh dan bahasa yang di sampaikan oleh mahasiswa. Peneliti pada penelitian ini menyimpulkan bahwa diagram geometris dinamis dari vektor eigen dapat mengembangkan cara berpikir geometris-sintesis-dinamis mahasiswa.

Artikel kesembilan Gunčaga & Majherová (2012) memiliki tujuan penelitian untuk menyelidiki penggunaan GeoGebra bagi guru dan siswa. Hasil dari penelitian yang diperoleh adalah materi-materi pada GeoGebra secara efektif dapat membantu guru dalam mendukung proses kognitif. Siswa dapat mengembangkan penalaran logis dan formalnya, dan juga komunikasi dan Kerjasama. Siswa memperoleh keterampilan yang diperlukan untuk pekerjaan penelitian, misalnya kemampuan melaksanakan proyek penelitian sederhana seperti dalam merumuskan masalah, mencari solusi dan konteks penyebabnya serta menggunakan berbagai metode pemecahan masalah.

Pada artikel kesepuluh Loong, Doig, & Groves (2011), peneliti menyurvei perbedaan penggunaan ICT dalam pembelajaran matematika antara siswa sekolah dasar di pedesaan dan perkotaan. Hasil yang diperoleh adalah terdapat perbedaan yang signifikan dalam hal pengalaman menggunakan perangkat ICT antara siswa di pedesaan dengan siswa di perkotaan, baik itu di sekolah maupun di rumah. Di sisi lain, pemerataan akses internet tidak tergantung pada lokasi, namun hal ini tidak berarti bahwa semua siswa memiliki pengalaman yang sama di kelas baik dalam hal jenis ICT juga kualitasnya.

Dari analisis 10 artikel yang telah diuraikan pada paragraf-paragraf di atas, didapatkan bahwa perkembangan ICT dalam pembelajaran matematika dalam waktu 10 terakhir sudah mengalami perkembangan yang beraneka ragam. Dalam pembelajaran di kelas, pengajar telah menggunakan teknologi yang bersifat teknologi rendah sampai teknologi tinggi. Teknologi tinggi diantaranya pengajar telah menggunakan video, *software-software* ICT umum, dan *software* ICT matematika. *Software* matematika dalam rentang 10 tahun terakhir yang diuraikan pada artikel ini diantaranya: *Computer Algebra System*, *Dynamic Geometric Software*, dan *Dynamic Mathematics Software*. Bahkan juga telah dikembangkan *Augmented Reality* (AR) sebagai bagian dari *Virtual Reality* (VR) yang memberikan alternatif baru dalam pembelajaran.

Penggunaan *software* pembelajaran matematika ini memberikan kemudahan bagi siswa dalam proses interaktivitas. Hal ini memungkinkan siswa untuk berlatih secara berulang-ulang sampai mereka memahami masalah matematika yang mereka pecahkan. *Software* matematika memberikan kemudahan bagi guru dan siswa dalam proses memahami konsep (Majewski, 1999).

Dalam pembelajaran AR memiliki keuntungan daripada cara lainnya. AR mampu menarik motivasi, perhatian, konsentrasi, dan memberikan kepuasan belajar bagi siswa. Selain itu AR memungkinkan terjadinya pembelajaran kolaboratif dan pembelajaran yang berpusat pada siswa. AR juga mampu menghadirkan interaktivitas dan kemampuan spasial sehingga siswa dapat memiliki pemahaman yang baik Diegmann, Schmidt-Kraepelin, Eynden, & Basten (2015).

Dalam hal, guru dan siswa memberikan respon yang positif terhadap penggunaan ICT dalam pembelajaran matematika. Namun demikian, masih ada beberapa kondisi yang mana guru memiliki pengalaman yang kurang dalam menggunakan ICT. Oleh karena itu, penggunaan ICT dalam pembelajaran masih dan harus terus digalakkan agar pembelajaran semakin berkembang dan maju.

Dari sini penulis memiliki gambaran untuk melakukan penelitian dengan menggunakan *software* matematika yang kemungkinan besar atau masih jarang digunakan. Misalnya dengan menggunakan *Symbolic Python* (*SymPy*) yang merupakan *open source software* *SymPy* adalah sebuah perpustakaan *Python* untuk matematika simbol. *SymPy* bertujuan untuk menjadi sistem aljabar komputer (CAS) yang memiliki fitur-fitur lengkap dengan kode-kode yang sederhana agar mudah dapat dipahami dan dikembangkan. *SymPy* sepenuhnya ditulis dari *Python* (<https://www.sympy.org/en/index.html>).

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada hasil dan pembahasan, maka pada kajian ini disimpulkan bahwa perkembangan dan penggunaan peralatan ICT dalam pembelajaran matematika interaktif dalam waktu satu dekade terakhir sampai pada penggunaan teknologi tinggi diantaranya pengajar telah

menggunakan video, *software-software* ICT umum, dan *software* ICT matematika. Software matematika dalam rentang 10 tahun terakhir yang diuraikan pada artikel ini diantaranya: *Computer Algebra System*, *Dynamic Geometric Software*, dan *Dynamic Mathematics Software* serta *Augmented Reality* (AR) sebagai bagian dari *Virtual Reality* (VR). Dalam artikel ini *software* yang diulas adalah GeoGebra, Sketchpad, website pembelajaran *online*, papantulis interaktif, *PhET Simulation*, *mobile learning*, hingga *Augmented Reality*. Dalam hal opini, para pengguna ICT dalam pembelajaran (guru dan siswa), khususnya *software* matematika memiliki respon yang positif dalam penggunaan ICT dalam pembelajaran. Penggunaan ICT dalam pembelajaran dapat memberikan motivasi, menjadi pelengkap, dan bahkan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran di kelas. ICT telah banyak digunakan siswa-siswa di daerah perkotaan, baik saat mereka di sekolah maupun di rumah, namun tidak bagi siswa di daerah pedesaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, J. (2018). Desain Penelitian Analisis Isi (Content Analysis). *ResearchGate*, (June), 1–20. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/325965331>
- Aktas, M. C., & Mumcu, H. Y. (2019). Pre-Service Elementary Mathematics Teachers' Views on Geometric Constructions: Building on Paper or Interactive Whiteboard?. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 6(3), 598–611.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa. (2016). Kamus Besar Bahasa Indonesia. Retrieved September 12, 2020, from <https://kbbi.kemdikbud.go.id/>
- Daher, W., Baya'a, N., & Anabousy, R. (2018). In-service mathematics teachers' integration of ict as innovative practice. *International Journal of Research in Education and Science*, 4(2), 534–543. <https://doi.org/10.21890/ijres.428945>
- Das, K. (2019). Role of ICT for better Mathematics Teaching. *Shanlax International Journal of Education*, 7(4), 19–28. <https://doi.org/10.34293/education.v7i4.641>
- Dictionary, C. (2020). *Interactive*.
- Diegmann, P., Schmidt-Kraepelin, M., Eynden, S., & Basten, D. (2015). Benefits of Augmented Reality in Educational Environments - A Systematic Literature Review. *Proceedings of the 12th International Conference on Wirtschaftsinformatik*, 103. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/312147184\\_Benefits\\_of\\_Augmented\\_Reality\\_in\\_Educational\\_Environments\\_-\\_A\\_Systematic\\_Literature\\_Review%0Ahttp://aisel.aisnet.org/wi2015http://aisel.aisnet.org/wi2015/103%0Ahttps://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi](https://www.researchgate.net/publication/312147184_Benefits_of_Augmented_Reality_in_Educational_Environments_-_A_Systematic_Literature_Review%0Ahttp://aisel.aisnet.org/wi2015http://aisel.aisnet.org/wi2015/103%0Ahttps://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi)
- Figueiredo, M., Godejord, B., & Rodrigues, J. (2016). The development of an interactive mathematics app for mobile learning. *12th International Conference Mobile Learning*, 75–81. IADIS Press.
- Findley, K., Whitacre, I., & Hensberry, K. (2017). Integrating Interactive Simulations into the Mathematics Classroom: Supplementing, Enhancing, or Driving? *North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 1297–1304.
- Gunčaga, J., & Majherová, J. (2012). GeoGebra as a motivational tool for teaching and learning in Slovakia. *North American GeoGebra Journal*, 1(1), 2162–3856. Retrieved from <http://geogebra.ssgg.sk>.
- Loong, E., Doig, B., & Groves, S. (2011). How different is it really?—rural and urban primary students' use of ICT in mathematics. *Mathematics Education Research Journal*, 23(2), 189–211.

- Mailizar, M., & Fan, L. (2020). Indonesian teachers' knowledge of ICT and the use of ICT in secondary mathematics teaching. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(1), 1–13. <https://doi.org/10.29333/ejmste/110352>
- Pradono, S., Astriani, M. S., & Moniaga, J. (2013). a Method for Interactive Learning. *CommIT (Communication and Information Technology) Journal*, 7(2), 46. <https://doi.org/10.21512/commit.v7i2.583>
- Saadati, F., Tarmizi, R. A., & Ayub, A. F. M. (2014). Utilization of information and communication technologies in mathematics learning. *Journal on Mathematics Education*, 5(2), 138–147. <https://doi.org/10.22342/jme.5.2.1498.138-147>
- Sanusi, A. (2016). *Metodologi Penelitian Bisnis*. Jakarta: Salemba.
- Sari, M., & Asmendri. (2018). Penelitian Kepustakaan (Library Research) dalam Penelitian Pendidikan IPA. *Penelitian Kepustakaan (Library Research) Dalam Penelitian Pendidikan IPA*, 2(1), 15. Retrieved from <https://ejournal.uinib.ac.id/jurnal/index.php/naturalscience/article/view/1555/1159>
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Tabaghi, S. G., & Sinclair, N. (2013). Using dynamic geometry software to explore eigenvectors: The emergence of dynamic-synthetic-geometric thinking. *Teach Know Learn*, 18, 149–164. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10758-013-9206-0>
- Tang, M. (2011). Recognizing Hand Gestures with Microsoft 's Kinect. *Palo Alto, Department of Electrical Engineering of Stanford University*. Retrieved from [http://www.stanford.edu/class/ee368/Project\\_11/Reports/Tang\\_Hand\\_Gesture\\_Recognition.pdf](http://www.stanford.edu/class/ee368/Project_11/Reports/Tang_Hand_Gesture_Recognition.pdf)
- Virrantaus, K. (2017). *Interactive Learning in The Classroom – Not a competitor but A Partner For E-Learning*. Retrieved from [https://www.fig.net/resources/proceedings/fig\\_proceedings/korea/full-papers/pdf/session15/virrantaus.pdf](https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/korea/full-papers/pdf/session15/virrantaus.pdf)
- Yingprayoon, J. (2015). Teaching Mathematics Using Augmented Reality. *20th Asian Technology Conference in Mathematics*, 384–391.
- Zed, M. (2008). *Metode Penelitian Kepustakaan*. Jakarta: Yayasan Obor.