



## INTEGRASI TEKNOLOGI DIGITAL DALAM PEMBELAJARAN DI ERA INDUSTRI 4.0 Kajian dari Perspektif Pembelajaran Matematika

Susilahudin Putrawangsa<sup>1</sup> & Uswatun Hasanah<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitas Islam Negeri Mataram, Mataram, Indonesia

<sup>2</sup> STMIK Bumigora Mataram, Mataram, Indonesia

[1putrawangsa@uinmataram.ac.id](mailto:putrawangsa@uinmataram.ac.id), [2uswatun@stmikbumigora.ac.id](mailto:uswatun@stmikbumigora.ac.id)

### Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk mendiskripsikan peranan dan prinsip integrasi teknologi digital dalam pembelajaran di Era Industri 4.0. Kajian integrasi tersebut ditinjau dari perspektif pembelajaran matematika. Disimpulkan bahwa prinsip dasar dalam integrasi teknologi digital dalam pembelajaran matematika yaitu penggunaan teknologi tidak mengakibatkan buruknya pemahaman konseptual atau menggantikan peranan intuisi siswa dalam bermatematika. Sebaliknya, teknologi bertujuan untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa dan mengembangkan kemampuan intuisi siswa dalam bermatematika. Diketahui bahwa ada tiga fungsi dedaktik dari teknologi digital dalam pembelajaran matematika, yaitu: (1) *Technology for doing mathematics*, yaitu teknologi yang berfungsi sebagai alternatif alat pengganti media pembelajaran untuk melakukan kegiatan bermatematika; (2) *Technology for practicing skills*, yaitu teknologi yang berfungsi sebagai lingkungan belajar untuk mengasah keterampilan matematika tertentu; (3) *Technology for developing conceptual understanding*, yaitu teknologi digital yang berfungsi sebagai lingkungan belajar untuk mengembangkan pemahaman konseptual siswa tentang konsep matematika tertentu. Fungsi dedaktik yang ketiga inilah yang paling diharapkan dari integrasi teknologi digital dalam pembelajaran matematika.

**Kata kunci:** Teknologi Pembelajaran; Prinsip Integrasi Teknologi; Peranan Teknologi;

### Abstract

The recent study intends to describe the roles and the principles of integrating digital technology in education at the 4<sup>th</sup> Industrial Era. The integration is studied from mathematics education perspective. It is concluded that the basic principle of integrating digital technology in mathematics education is that the technology does not diminish students' conceptual understanding or replace students' intuitions in doing mathematics. Conversely, the technology is utilized to boost students' conceptual understanding and maximize the development of students' intuition in doing mathematics. It is identified that there are three didactical functions of digital technology in mathematics education, such as: (1) *Technology for doing mathematics*, that is the technology is incorporated as alternative learning media in doing mathematical activities; (2)

*Technology for practicing skills*, that is the technology is utilized an learning environment to master particular mathematical skills; (3) *Technology for developing conceptual understanding*, that is the technology is integrated as a learning environment to develop students' conceptual understanding of specific mathematical concepts. This last didactical function is the most expected of integrating digital technology in mathematics education.

**Keywords:** Technology in Education; Technology Integration Principles; Educational Technology Roles;

## PENDAHULUAN

Era Industri 4.0 adalah istilah yang digunakan untuk merujuk pada era dimana terjadi perpaduan teknologi yang mengakibatkan dimensi fisik, biologis, dan digital membentuk suatu perpaduan yang sulit untuk dibedakan (Scawab, 2016). Misalnya, dua orang dapat saling berbagi informasi secara langsung dengan bantuan digital tanpa harus berada pada tempat yang sama atau pada waktu yang bersamaan baik secara fisikis maupun biologis. Terjadinya digitalisasi informasi dan pemanfaatan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) secara massif di berbagai sektor kehidupan manusia, termasuk di dunia pendidikan, adalah tanda dimulainya era industri 4.0 (Scawab, 2016).

Perkembangan teknologi digital di era Industri 4.0 saat ini telah membawa perubahan dan mempengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk di bidang pendidikan. Hoyles & Lagrange (2010) menegaskan bahwa teknologi digital adalah hal yang paling mempengaruhi sistem pendidikan di dunia saat ini. Hal ini disebabkan karena aspek efektivitas, efisiensi dan daya tarik yang ditawarkan oleh pembelajaran berbasis teknologi digital. Jika pada tahun 1980an, benda-benda kongkrit artifisial mendominasi penggunaannya sebagai alat visualisasi konsep-konsep abstrak, kini visualisasi berbasis teknologi digital marak digunakan sebagai alat bantu yang lebih efektif, efisien, interaktif, dan atraktif. Jika pada tahun 1990an, penggunaan alat hitung berbasis digital, seperti kalkulator, dihindari penggunaannya di sekolah dikarenakan asumsi bahwa alat tersebut dapat merusak mental matematika siswa, kini kalkulator dipandang memiliki nilai edukasi untuk meningkatkan kemampuan siswa kepekaan bilangan siswa dan membantu dalam pemecahan masalah matematika.

NCTM (2000) menegaskan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran

paling tidak memiliki tiga dampak yang positif dalam pembelajaran matematika, yaitu teknologi dapat meningkatkan capaian pembelajaran matematika, teknologi dapat meningkatkan efektivitas pengajaran matematika, dan teknologi dapat mempengaruhi apa dan bagaimana matematika itu seharusnya dipelajari dan dibelajarkan.

Sejalan dengan NCTM (2000), berbagai penelitian menunjukkan bahwa siswa dapat belajar matematika lebih kaya dan mendalam ketika teknologi digunakan dengan 'tepat guna' dalam pembelajaran matematika (seperti Drijvers, Boon & Van Reeuwijk, 2010; Ellington, 2003; Heid, 1988; Dunham and Dick 1994; Sheets 1993; Boersvan Oosterum 1990; Rojano 1996; Groves 1994).

Meskipun berbagai riset menunjukkan dampak positif dari pengintegrasikan teknologi digital dalam pembelajaran matematika, masih banyak ditemukan pendidik, peneliti dan praktisi pendidikan matematika lainnya yang meragukan hal tersebut. Misalnya, studi awal kami menemukan bahwa guru masih menyimpan kekhawatiran terkait implementasi teknologi dalam pembelajaran matematika. Mereka masih berasumsi bahwa teknologi digital dalam pembelajaran matematika akan memberikan dampak buruk terhadap pembelajaran matematika. Misalnya, pengenalan mesin kalkulator sebagai alat hitung akan menyebabkan ketergantungan siswa terhadap mesin hitung tersebut, yang kemudian berakibat pada buruknya kemampuan siswa dalam melakukan perhitungan. Selain itu, penggunaan teknologi digital dikhawatirkan disalahgunakan oleh siswa yang akibatnya siswa tidak mempelajari apa yang seharusnya dipelajari. Misalnya, ketika siswa bekerja dengan alat pembelajaran berbasis teknologi digital, mereka lebih disibutkkan dengan mencoba-coba fitur pada alat belajar tersebut, bukan pada penemuan konsep-konsep matematika berbantuan alat tersebut.

Meskipun demikian, mereka menyadari bahwa teknologi dalam pembelajaran tidak dapat dihindari dan ada keyakinan pada diri mereka bahwa teknologi dapat memberikan dampak positif jika dilakukan dengan tepat guna. Hal inilah yang menjadi sumber pertanyaan mereka, yaitu bagaimana teknologi dapat diintegrasikan dalam pembelajaran agar berdampak positif, apa prinsip yang perlu diperhatikan ketika penerapannya, apa faktor yang

mempengaruhinya, bagaimana peranan guru dan siswa, dan sebagainya.

Oleh karena itu, tulisan ini bertujuan untuk mengungkap secara teoritis prinsip dan pertimbangan dalam penerapan teknologi digital dalam pembelajaran matematika, yaitu menjawab dua pertanyaan berikut ini: (1) Apa prinsip penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran matematika? dan (2) Apa faktor yang mempengaruhi keberhasilan integrasi teknologi digital dalam pembelajaran matematika?

## **METODE**

Untuk mengungkap prinsip dan faktor yang mempengaruhi efektivitas integrasi teknologi digital dalam pembelajaran matematika, kajian yang dipaparkan pada tulisan ini didasarkan pada analisis literatur yang relevan (*desk analysis*). Pemilihan literatur didasarkan pada dua pertimbangan kriteria, yaitu (1) literatur yang dijadikan dasar memiliki kaitan langsung dengan topik pertanyaan yang ingin diungkap, bukan literatur sekunder, dan (2) konten dari literatur tersebut dapat diyakini validitas dan kredibilitasnya, yaitu bersumber dari literatur yang dipublikasikan oleh penerbit yang bereputasi. Dengan kriteria tersebut, sejumlah literatur dipilih menjadi sumber data utama dalam kajian ini anatar lain NCTM (2000), Drijvers (2013) Drijvers, Boon, & Van Reeuwijk (2010), Goos (2010), dan Pope (2013).

Sebagai langkah awal, masing-masing literatur utama dan pendukung dikaji secara menyeluruh untuk menemukan ide utama dari sumber tersebut yang terkait dengan topik kajian ini, yaitu menjawab pertanyaan: Apa pandangan pakar terkait dengan integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika? Pertanyaan pokok tersebut kemudian dijabarkan dalam dua sub-pertanyaan, yaitu: (1) Apa prinsip penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran matematika? dan (2) Apa faktor yang mempengaruhi keberhasilan integrasi teknologi digital dalam pembelajaran matematika?

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Merujuk pada rumusan masalah dalam kajian ini adalah menjawab dua hal, yaitu bagaimana peranan teknologi digital dalam pembelajaran matematika dan

faktor-faktor apa saja yang mempengaruhinya, maka diskusi pada bagian ini difokuskan pada dua hal tersebut.

#### **A. Peranan Teknologi dalam Pembelajaran Matematika**

Kajian dalam matematika bersifat non-fisik, yaitu mengkaji struktur ide-ide yang bersifat abstrak. Dengan demikian, ketika seseorang sedang belajar matematika, sesungguhnya dia sedang mengkaji ide-ide matematika dimana ide-ide tersebut terhimpun dalam kumpulan konsep dan prinsip yang saling berkaitan antara yang satu dengan yang lainnya. Keterkaitan tersebut kemudian membentuk suatu sistem yang dikenal dengan istilah matematika. Abstraknya objek kajian matematika ini ditengarai sebagai penyebab sulitnya siswa memahaminya. Dalam hal ini, teknologi digital dipandang sebagai alternatif media yang efektif untuk membantu siswa menemukan dan mengembangkan konsepsi mereka tentang matematika yang abstrak tersebut.

Objek kajian matematika secara umum dapat dikategorisasi menjadi dua bagian, yaitu objek kajian langsung (*direct object*) dan objek kajian tidak langsung (*indirect object*). Objek langsung matematika (*direct object*) adalah pengetahuan konseptual tentang matematika itu sendiri, dimana pengetahuan ini terdiri atas konsep (ide abstrak sebagai dasar kategorisasi ide matematika), operasi dan relasi (ide tentang memodifikasi konsep matematika dan dampak dari modifikasi tersebut), prinsip (ide tentang aturan umum yang berlaku dalam konsep, operasi dan relasi matematika), dan fakta matematika (ide tentang simbolisasi atau representasi dari objek abstrak matematika).

Sedangkan objek tidak langsung dari matematika (*indirect object*) adalah keterampilan yang didapatkan dari kegiatan bermatematika, seperti keterampilan pemodelan masalah, keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi matematis, keterampilan berpikir kritis, logis, kreatif dan sebagainya.

Sejalan dengan objek langsung dan tidak langsung dari matematika, Goos (2010) membagi matematika ke dalam dua kategori, yaitu *knowing mathematics* dan *doing mathematics*. *Knowing mathematics* terkait dengan

pengetahuan tentang matematika sebagai suatu bentuk ilmu pengetahuan. Sedangkan, *doing mathematics* terkait dengan kegiatan bermatematika. Dalam hal ini, Goos (2010) memandang bahwa *knowing mathematics* sama pentingnya dengan *doing mathematics* dalam pembelajaran matematika. Hal ini dikarenakan pemahaman matematika bukanlah pemahaman yang tetap pada diri seseorang, melainkan dibentuk dan dikembangkan melalui proses konstruksi melalui pengalaman hidup dan pengalaman belajar.

Padanan lainnya yang terkait dengan katagorisasi objek langsung dan tidak langsung dari matematika adalah ide pembelajaran matematika menurut Pendidikan Matematika Realistik (Freudenthal, 1991), yaitu membedakan antara ilmu matematika (*mathematics*) dan kegiatan bermatematika (*mathematization*). *Mathematics* dalam hal ini merujuk pada ide matematika (konsep dan prinsip) yang membentuk batang tubuh keilmuan matematika, sedangkan *mathematization* adalah proses inquiri dalam menemukan ide dan konsep matematika tersebut melalui serangkaian kegiatan pemodelan horizontal dan vertikal terhadap fenomena matematis.

Ide lainnya yang sejalan dengan katagorisasi objek langsung dan tidak langsung dari matematika adalah katagorisasi matematika oleh Olive & Makar (2010). Olive & Makar (2010) mengkatagorisasikan matematika dalam dua kelompok, yaitu *mathematical knowledge* dan *mathematical practice*. Dalam hal ini, *mathematical knowledge* adalah padanan dari *knowing mathematics* pada Goos (2010) yang merupakan definisi dari objek langsung matematika (*direct object*). Sedangkan, *mathematical practice* sepadan maknanya dengan *doing mathematics* pada Goos (2010) yang merupakan definisi dari objek matematika tidak langsung (*indirect object*).

Padanan katagorisasi matematika berdasarkan Goos (2010), Freudenthal (1991) dan Olive & Makar (2010) jika ditinjau dari objek langsung dan tidak langsung dari matematika digambarkan pada tabel 1.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat dua aspek kajian dan orientasi pembelajaran matematika, yaitu aspek penguasaan ilmu matematika (*knowing mathematics, mathematics, atau mathematical knowledge*) dan aspek keterampilan bermatematika (*doing mathematics,*

*mathematization, atau mathematical practice*).

**Tabel 1.** Padanan Katagorisasi Matematika

No	Aspek Matematika	Goos (2010)	Freudenthal (1991)	Olive & Makar (2010)
1	Objek Langsung Matematika (Ilmu Matematika)	<i>Knowing mathematics</i>	<i>Mathematics</i>	<i>Mathematical Knowledge</i>
2	Objek Tidak Langsung Matematika (Keterampilan Bermatematika)	<i>Doing Mathematics</i>	<i>Mathematization</i>	<i>Mathematical Practice</i>

Terkait dengan dua aspek matematika tersebut dan hubungannya dengan teknologi dalam pembelajaran, Olive & Makar (2010) menegaskan bahwa:

*If one considers mathematics to be a fixed body of knowledge to be learned, then the role of technology in this process would be primarily that of an efficiency tool, i.e. helping the learner to do the mathematics more efficiently. However, if we consider the technological tools as providing access to new understandings of relations, processes, and purposes, then the role of technology relates to conceptual construction kit. (Hal. 138)*

Dalam pernyataannya tersebut, Olive & Makar (2010) menegaskan bahwa jika matematika dipandang sebagai kumpulan pengetahuan yang sifatnya tetap (*knowing mathematics*), maka dalam hal ini teknologi dapat berperan sebagai alat yang efisien untuk mempercepat menyelesaikan masalah matematika, misalnya masalah perhitungan, dan sebagainya. Sedangkan, jika matematika dipandang sebagai kegiatan bermatematika (*doing mathematics*), maka teknologi dalam hal ini akan berperan sebagai perangkat pembelajaran untuk membantu siswa menemukan konsep matematika dan hubungan-hubungan di dalamnya guna mengembangkan pemahaman konseptual siswa tentang matematika.

Terkait dengan integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika, Goos, Galbraith, Renshaw and Geiger (2003) memetaphora 4 konsepsi guru dan siswa tentang teknologi dalam pembelajaran matematika, yaitu teknologi sebagai *master* (tuan), *servant* (pembantu), *extension of self* (ekstensi tersendiri) dan *partner* (rekan). Siswa dan guru akan memandang teknologi sebagai *master*

jika mereka menanggap matematika terbatas hanya pada pengetahuan tentang perhitungan matematika. Teknologi akan dipandang sebagai *servant* jika mereka menganggap bahwa matematika bukan sebatas pada kegiatan di atas kertas, yaitu menjadikan teknologi sebagai alternatif pengganti kegiatan pembelajaran berbasis kertas dan pensil. Jika teknologi merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kegiatan bermatematika itu sendiri, yaitu teknologi merupakan bagian dari pengetahuan matematika yang meski dipelajari, maka dalam hal ini mereka akan memandang teknologi sebagai ekstensi tersendiri (*extension of self*) yang merupakan bagian dari isi pembelajaran.

Akan tetapi jika guru dan siswa menganggap matematika sebagai pengetahuan yang sifatnya konstruktif, maka mereka akan memandang teknologi sebagai alat bantu pembelajaran (*partner*) untuk menemukan perspektif baru dari suatu ide matematika, menemukan hubungan antar ide matematika, menggunakan hubungan tersebut dalam menyelesaikan masalah matematika dengan berbagai pendekatan, dan mengembangkan pemahaman konseptual siswa tentang ide matematika. Dalam hal ini, teknologi berperan sebagai *partner* bagi siswa dan guru. Sejalan dengan hal ini, Pope (2013) menegaskan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran harus memberikan kesempatan kepada siswa untuk memahami dan menguasai konsep dan prinsip matematika melalui eksplorasi dan investigasi *feedback*, pola, perubahan, dan hubungan dengan berbantuan teknologi.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa pandangan guru dan siswa tentang matematika akan mempengaruhi cara mereka memberlakukan teknologi dalam pembelajaran. Dalam hal ini, pemahaman mereka tentang filsafat matematika, yaitu aspek ontology, epistemology, dan aksiologi dari matematika, berperan sentral dalam menentukan model integrasi teknologi yang akan mereka terapkan dalam pembelajaran matematika.

Karena secara filosofis matematika adalah sistem pengetahuan yang dibangun dan dipahami secara konstruktif oleh alam pikiran manusia melalui serangkaian proses pengalaman hidup, bukan sistem pengetahuan



yang sifatnya *ready-made concept* (Ernest, 1991; Freudenthal, 1991), maka peranan teknologi sebagai partner, mitra, atau alat bantu pembelajaran adalah hal yang paling tepat ketika teknologi diintegrasikan dalam pembelajaran.

Dalam hal ini, integrasi teknologi jangan sampai menyebabkan semakin buruknya pemahaman konseptual siswa tentang ide matematika atau menggantikan peranan intuisi siswa dalam bermatematika. Akan tetapi sebaliknya, integrasi teknologi bertujuan untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa dan membantu dalam pengembangan kemampuan intuisi siswa dalam bermatematika.

## **B. Prinsip Integrasi Teknologi dalam Pembelajaran Matematika**

Efektivitas teknologi dalam pembelajaran tidak dapat diragukan lagi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa siswa dapat belajar matematika lebih kaya, mendalam, dan bermakna ketika teknologi digunakan dengan ‘tepat guna’ dalam pembelajaran matematika (seperti Drijvers, 2010; Ellington, 2003; Heid, 1988; Dunham and Dick 1994; Sheets 1993; Boersvan Oosterum 1990; Rojano 1996; Groves 1994). Akan tetapi, bagaimana menggunakan teknologi secara ‘tepat guna’ dalam pembelajaran menjadi tantangan tersendiri bagi guru dan peneliti perancang kegiatan pembelajaran matematika.

Penerapan teknologi secara ‘tepat guna’ dalam pembelajaran matematika menyangkut penerapan prinsip integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika. Terkait dengan hal tersebut, NTCM (2000) menegaskan bahwa *“technology should not be used as a replacement for basic understandings and intuitions; rather, it can and should be used to foster those understandings and intuitions.”* Ini artinya bahwa penggunaan teknologi seharusnya tidak digunakan sebagai pengganti penggunaan pemahaman konseptual dan intuisi siswa dalam bermatematika, akan tetapi teknologi justru sebaliknya berfungsi untuk meningkatkan penguasaan pemahaman konseptual tersebut dan mengembangkan kemampuan intuisi siswa dalam bermatematika. Hal inilah yang menjadi prinsip dasar penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran matematika, yaitu menghindari penggunaan teknologi yang mengakibatkan tidak tercapainya pemahaman konseptual dan buruknya

kemampuan intuisi siswa dalam bermatematika.

Terkait dengan hal tersebut, Drijvers, Boon, and Van Reeuwijk (2010) mengemukakan tiga fungsi dedaktik dari teknologi dalam pembelajaran matematika, yaitu:

1. *Technology for doing mathematics*, yaitu teknologi digital yang berfungsi sebagai alternatif alat pengganti media kertas dan pensil untuk melakukan kegiatan bermatematika,
2. *Technology for practicing skills*, yaitu teknologi digital yang berfungsi sebagai lingkungan belajar untuk mengasah keterampilan matematika tertentu,
3. *Technology for developing conceptual understanding*, yaitu teknologi digital yang berfungsi sebagai lingkungan belajar untuk mengembangkan pemahaman konseptual tentang matematika,

Dari ketiga fungsi tersebut, jika menggunakan kaca mata konstruktivis, maka *technology for developing conceptual understanding* adalah ekspektasi yang paling diharapkan dari integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika. Hal ini disebabkan karena matematika dipandang sebagai sistem pengetahuan yang dibangun melalui suatu proses konstruksi pengetahuan dan pemahaman yang didapatkan dari pengalaman hidup, termasuk di dalamnya adalah pengalaman belajar.

Pandangan *technology for developing conceptual understanding* ini selaras dengan NCTM (2000) di atas bahwa teknologi seharusnya digunakan untuk membangun atau mengkonstruksi pemahaman dan intuisi matematika siswa. Proses konstruksi tersebut terdiri atas tiga tahapan berpikir, yaitu *conjecturing* (menduga), *justifying* (menguji kebenaran dugaan) dan *generalizing* (mengggunakan dugaan yang telah diuji kebenarannya dalam konteks matematika yang lebih luas) (Goos, 2010).

Dengan demikian, penerapan teknologi digital dalam pembelajaran matematika yang ideal adalah ketika teknologi yang diterapkan memberikan ruang dan kesempatan kepada siswa untuk menduga (*conjecturing*), menguji kebenaran dugaannya tersebut (*justifying*), dan menggunakan dugaannya tersebut dalam konteks matematika yang lebih luas (*generalizing*) guna

mengembangkan pemahaman konseptual dan intuisi matematika siswa.

Pandangan ini sejalan dengan pandangan teknologi sebagai *partner* siswa dalam pembelajaran pada metafora Goos, Galbraith, Renshaw & Geiger (2003), yaitu teknologi berperan sebagai alat bantu siswa dalam proses menemukan dan mengembangkan pemahaman konseptual siswa tentang ide matematika.

### **C. Faktor Penentu Keberhasilan Integrasi Teknologi dalam Pembelajaran Matematika**

Dengan memperhatikan prinsip dasar penggunaan teknologi dalam pembelajaran seperti yang dijelaskan di atas, Drijvers (2013) mengemukakan tiga faktor yang perlu diperhatikan terkait dengan pengembangan dan integrasi teknologi digital dalam pembelajaran matematika, yaitu: faktor desain rancangan teknologi, faktor peranan guru dalam penerapan teknologi tersebut, dan faktor konteks pendidikan dimana teknologi tersebut diterapkan.

Yang termasuk dalam faktor desain rancangan teknologi adalah terkait dengan pertanyaan-pertanyaan berikut ini: Apakah desain teknologi dapat digunakan dengan mudah oleh pengguna? Apakah desain teknologi efektif digunakan untuk mencapai tujuan? Apakah desain teknologi valid secara isi dan konstruksi berdasarkan teori pembelajaran terkait?

Sedangkan, faktor peranan guru menyangkut dengan besarnya peranan guru dalam mensukseskan integrasi teknologi dalam pembelajaran. Dalam hal ini, perlu ada kejelasan peranan guru dalam pengintegrasian teknologi dalam pembelajaran matematika, yaitu kejelasan apa yang harus dilakukan guru dan bagaimana melakukannya. Dengan demikian, keberhasilan integrasi teknologi dalam pembelajaran menyangkut tingkat kemampuan atau profesionalisme guru dalam mengorkestrasi kegiatan pembelajaran matematika berbasis integrasi teknologi. Dalam hal ini, perlu ada kegiatan pelatihan profesionalisme guru dalam menerapkan teknologi dalam pembelajaran.

Faktor konteks pendidikan menyangkut tentang situasi dimana teknologi pembelajaran tersebut digunakan, yaitu diantaranya apakah teknologi

tersebut dapat memotivasi ketertarikan siswa untuk belajar, apakah sistem pendidikan seperti evaluasi pendidikan sejalan dengan paradigma pembelajaran berbasis teknologi atau tidak dan sebagainya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa prinsip dasar dalam penggunaan teknologi digital dalam pendidikan matematika adalah teknologi tidak digunakan sebagai pengganti penggunaan pemahaman konseptual dan intuisi bermatematika, akan tetapi sebaliknya teknologi berperan untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa tentang ide matematika dan juga mengembangkan kemampuan intuisi siswa dalam bermatematika.

Terdapat tiga fungsi dedaktik dari teknologi dalam pembelajaran matematika, yaitu: *Technology for doing mathematics*, yaitu teknologi digital yang berfungsi sebagai alternatif alat pengganti media kertas dan pensil untuk melakukan kegiatan bermatematika, *Technology for practicing skills*, yaitu teknologi digital yang berfungsi sebagai lingkungan belajar untuk mengasah keterampilan matematika tertentu, *Technology for developing conceptual understanding*, yaitu teknologi digital yang berfungsi sebagai lingkungan belajar untuk mengembangkan pemahaman konseptual tentang matematika.

Dari ketiga fungsi dedaktik tersebut, *technology for developing conceptual understanding* adalah ekspektasi yang paling diharapkan dari integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika. Hal ini disebabkan karena matematika dipandang sebagai sistem pengetahuan yang dibangun melalui suatu proses konstruksi pengetahuan dan pemahaman yang didapatkan dari pengalaman hidup, termasuk di dalamnya adalah pengalaman belajar.

Ada tiga faktor yang perlu diperhatikan terkait dengan pengemabngan dan integrasi teknologi digital dalam pembelajaran matematika, yaitu: faktor desain rancangan teknologi, faktor peranan guru dalam penerapan teknologi tersebut, dan faktor konteks pendidikan dimana teknologi tersebut diterapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Drijvers, P. (2013). Digital technology in mathematics education: why it works (or doesn't). *PNA*, 8(1), 1-20.
- Drijvers, P., Boon, P., & Van Reeuwijk (2010). Algebra and technology. In P. Drijvers (Ed.), *Secondary algebra education. Revisiting topics and themes and exploring the unknown*(pp. 179-202). Rotterdam, The Netherlands: Sense.
- Ellington, A. (2003). A meta-analysis of the effects of calculators on students' achievement and attitude levels in precollege mathematics classes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34, 433-463.
- Ernest, P. (1991) *The Philosophy of Mathematics Education*. Routledge Falmer
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education. China lectures*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Goos, M. (2010) *Using technology to support effective mathematics teaching and learning: What counts? Research Conference on Teaching Mathematics? Make it count: What research tells us about effective teaching and learning of mathematics*.
- Goos, M., Galbraith, P., Renshaw, P., & Geiger, V. (2003) *Perspectives on technology mediated learning in secondary school mathematics classrooms*. *Journal of Mathematical Behavior*, 22, 73-89
- Hoyle, C., & Lagrange, J.-B. (Eds.). (2010). *Mathematics education and technology--Rethinking the terrain*. New York, NY/Berlin, Germany: Springer.
- NCTM (2000), *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Schwab, Klaus (2016) *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. Disadur dari <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
- Olive, J., & Makar, K., with V. Hoyos, L. K. Kor, O. Kosheleva, & R. Straesser (2010). *Mathematical knowledge and practices resulting from access to digital technologies*. In C. Hoyle & J. Lagrange (Eds.), *Mathematics education and technology - Rethinking the terrain. The 17th ICMI Study* (pp. 133-177). New York: Springer
- Pope, S. (2013) *TECHNOLOGY IN MATHEMATICS EDUCATION*. *Journal of the Association of Teachers of Mathematics*.