

MEDIA PEMBELAJARAN MATEMATIKA MENYONGSONG *INDUSTRY 4.0*: TINJAUAN LITERATUR SISTEMATIS UNTUK ANALISIS KEBUTUHAN

Muhaemin Sidiq¹⁾, Zulfiati²⁾, Hartati Mukhtar³⁾, Suyitno⁴⁾, Endry Boeriswati⁵⁾

Mahasiswa Program Studi Teknologi Pendidikan S-3¹⁾,
Program Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, Indonesia^{1,2,3,4,5)}
sidiq@muhaem.in¹⁾

ABSTRAK

Industry 4.0 yang menarik perhatian banyak peneliti, menuntut beberapa kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa, dan untuk itu diperlukan penyesuaian media pembelajaran matematika. Dengan melaksanakan tinjauan sistematis terhadap literatur yang diterbitkan dari tahun 2012 hingga tahun 2019, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran matematika harus mempunyai komponen kelengkapan: (1) berorientasi pada STEAM, (2) memperhatikan saran-saran dari hasil penelitian bidang neuroscience dalam pembelajaran matematika, dan dalam m-learning, (3) mendorong pemberdayaan keterampilan digital untuk melaksanakan literasi, (4) mendorong kolaborasi virtual antara guru dengan siswa dan siswa dengan siswa, (5) memberdayakan VR, (6) dilengkapi dengan sistem ujian, (7) akuntabel, (8) aman, (9) memungkinkan pengambilan keputusan yang tepat berdasarkan analisa pembelajaran berbantuan kecerdasan buatan, (10) dapat dikembangkan dengan cepat.

Kata kunci: tinjauan literatur, analisis kebutuhan, media pembelajaran matematika, *industry 4.0*, neuroscience

1. PENDAHULUAN

Teknologi *cyber-physical, internet of things, cloud computing, cognitive computing* memicu otomatisasi dan pertukaran data dalam teknologi manufaktur sebagai pendorong terjadinya revolusi industri keempat, dengan istilah *Industry 4.0* yang pertama kali dikemukakan pada tahun 2011 di Jerman sebagai proposal pengembangan konsep kebijakan ekonomi Jerman berbasis strategi teknologi mutakhir (Lasi, Fettke, Kemper, Feld, & Hoffmann, 2014; Mosconi, 2015; Ning & Liu, 2015), sejak tahun 2013 hingga tahun 2018 menyita perhatian dari berbagai peneliti dan mendasari berbagai penelitian lanjutan di berbagai bidang, karena memerlukan kemampuan beradaptasi terhadap perkembangan teknologi (Muhuri, Shukla, & Abraham, 2019; Roblek, Meško, & Krapež, 2016).

Industry 4.0 bukan hanya teknologi, karena sumber daya manusia justru menjadi sangat penting (Schallock, Rybski, Jochem, & Kohl, 2018), dengan alasan tersebut pendidikan harus berubah dari era *Education 3.0* ke era *Education 4.0* yang mengkombinasikan dunia nyata dan dunia maya untuk mengembangkan pengetahuan

dan keterampilan siswa secara berkelanjutan seumur hidupnya (Benešová & Tupa, 2017; Mourtzis, 2018; Mourtzis, Vlachou, Dimitrakopoulos, & Zogopoulos, 2018; Puncreobutr, 2016).

Indonesia sebagai bagian dari lingkungan global tentu saja harus menyesuaikan diri, dengan salah satu upaya melalui kurikulum 2013 yang menyarankan digunakannya model pembelajaran *guided discovery learning*, *project-based learning*, dan *problem-based learning* (As'ari, 2014), dengan proses pembelajaran berbasis pendekatan ilmiah, dan penilaian otentik (Kuncara & Sujadi, 2016; Sinambela, 2013). Kenyataannya, guru masih nyaman dan tenang mendominasi pembelajaran, guru kurang mendapatkan dukungan yang optimal untuk menjalankan kurikulum 2013 dengan baik (As'ari, 2014). Sehingga siswa lemah dalam menghubungkan konsep-konsep matematika yang bersifat formal dengan permasalahan dalam dunia nyata, meskipun kurikulum berganti, tetapi fungsi dan peran guru dalam pembelajaran matematika, khususnya terkait cara menyampaikan materi pelajaran tidak pernah berubah (Murtiyasa, 2015).

Guru harus memahami berbagai macam cara teknologi menyajikan materi pembelajaran dan menyelaraskannya dengan pendekatan pembelajaran yang memungkinkan (Mishra & Henriksen, 2018). Andrs (2018) menyebutkan bahwa bahwa jika pengajaran pengetahuan teoritis dilengkapi dengan latihan praktis, efisiensi pembelajaran yang lebih besar tercapai. Oleh karena sebab itu, sekolah perlu mempertimbangkan berbagai tuntutan kecakapan yang diperlukan untuk menghadapi era *industri 4.0* (Vodenko, Komissarova, & Kulikov, 2019).

Masih banyak sekolah yang menerapkan persiapan beragam untuk menghadapi industri 4.0, dan masih sangat sedikit yang sangat tepat sasaran sesuai dengan kebutuhan industri 4.0 (Elbestawi, Centea, Singh, & Wanyama, 2018), padahal Sekolah harus mengikuti dan menyesuaikan, sehingga mampu menghasilkan alumni yang bisa bersaing (Mora, Pujol-López, Mendoza-Tello, & Morales-Morales, 2018), dan sudah menjadi keharusan bagi sekolah untuk menyelenggarakan pembelajaran berbasis teknologi digital (Sousa & Rocha, 2019).

2. METODE

2.1 Database Literatur

Penelusuran literatur dilakukan terhadap database ilmiah: Scopus, Web of Science, Science Direct, Science Open, Google Scholar, CrossRef dan DOAJ. *Keyword* yang digunakan diantaranya: “Industry 4.0 ”, “education 4.0”, “Industry 4.0 ” AND education, “Industry 4.0 ” AND “mathematics education”. Pencarian dilakukan terhadap semua kategori (judul, abstrak, keyword, dll), dengan rentang periode penerbitan dari tahun 2012 hingga tahun 2019. Database tersebut digunakan karena mempunyai cakupan yang luas dalam literatur penelitian dalam bidang pendidikan dan sains. Hasil pencarian dikelola menggunakan software manajemen referensi Mendeley.

2.2 Kriteria Penyertaan

Seperti yang dikemukakan oleh Shamseer, dkk. (2015) tinjauan sistematis mencoba untuk mengumpulkan semua bukti yang relevan yang sesuai dengan kriteria kelayakan yang ditentukan sebelumnya. Karakteristik kunci dari tinjauan sistematis adalah: (a) serangkaian tujuan yang dinyatakan dengan jelas dengan metodologi yang dapat direproduksi secara eksplisit; (b) pencarian sistematis yang mencoba untuk mengidentifikasi semua studi yang akan memenuhi kriteria kelayakan; (c) penilaian validitas temuan dari studi yang dimasukkan (seperti penilaian risiko bias dan kepercayaan pada perkiraan kumulatif); dan (d) presentasi sistematis, dan sintesis, karakteristik dan temuan dari studi yang dimasukkan. Sesuai dengan tujuan penelitian ini, database dikategorikan berdasarkan kompetensi yang dibutuhkan oleh *Industry 4.0* dan media pembelajaran matematika. Kemudian dilakukan sub kategori berdasarkan tahun.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

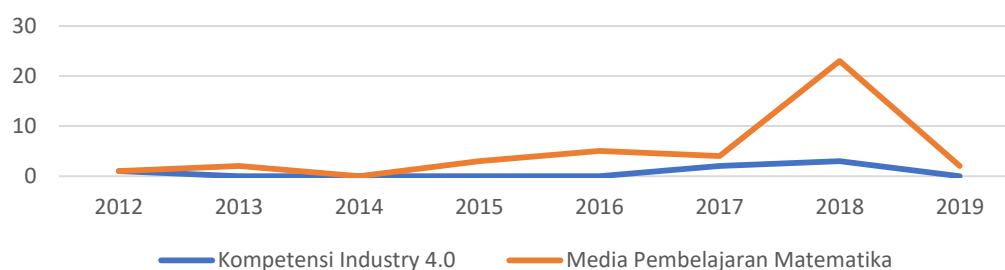
3.1 Hasil Deskriptif

Dari hasil akhir pengelolaan literatur menggunakan Mendeley, didapatkan 61 literatur tentang “Industry 4.0 ”, 12 literatur tentang “education 4.0”, 44 literatur tentang “Industry 4.0 ” AND education, dan 4 literatur “Industry 4.0 ” AND “mathematics education”. Setelah dilaksanakan pemilihan lebih mendalam berdasarkan kriteria penyertaan, didapatkan 46 literatur yang benar-benar tepat untuk dianalisa, 6 literatur tentang kompetensi yang dibutuhkan oleh *Industry 4.0* , dan 40 literatur tentang pengembangan media pembelajaran matematika.

3.2 Hasil Analisis dari Kategori Data Sekunder

Berdasarkan hasil penelusuran, didapatkan literatur tentang kompetensi yang dibutuhkan oleh *Industry 4.0* : satu literatur yang diterbitkan pada tahun 2012, dua literatur yang diterbitkan pada tahun 2017, dan tiga literatur yang diterbitkan pada tahun 2018.

Literatur tentang pengembangan media pembelajaran matematika yang sesuai dengan tuntutan kompetensi yang dibutuhkan oleh *Industry 4.0* didapatkan literatur yang paling banyak diterbitkan pada tahun 2018.



Gambar 1. Tahun Terbit Literatur

3.3 Hasil analisis dari kategori kompetensi yang dibutuhkan oleh *Industry 4.0*

Kecakapan yang dibutuhkan di abad 21 yang setidaknya terdiri dari empat kelompok kecakapan (berpikir, bekerja, alat kerja, hidup) berpengaruh terhadap pembelajaran yang dilaksanakan (Binkley dkk., 2012), yang melahirkan pembelajaran abad 21 yang juga berkaitan erat dengan pengajaran abad 21. Dan kecakapan yang harus dikembangkan untuk menghadapi industri 4.0 minimalnya meliputi kecakapan teknik, kecakapan transformasi, dan kecakapan sosial dengan paradigma pembelajaran yang berfokus pada penelitian dan transfer teknologi daripada pelatihan dan pembelajaran, memerlukan kejelasan kerangka dan prosedur kolaborasi sehingga dapat mempercepat proses pembelajaran (Schallock dkk., 2018; Vila, Ugarte, Ríos, & Abellán, 2017).

Grzybowska dan Łupicka (2017) mengidentifikasi kompetensi-kompetensi yang diperlukan untuk menghadapi era industri 4.0, yaitu (1) kreatifitas, (2) berpikir kewirausahaan, (3) pemecahan masalah; (4) pemecahan konflik (5) kemampuan analitik (6) kemampuan meneliti, (7) berorientasi efisiensi.

Aberšek dan Flogie (2018) menyatakan bahwa sistem pendidikan sesuai dengan skenario 4.0 harus mengembangkan:

- 1) Pengetahuan dan keterampilan teknik untuk mengembangkan sistem *cyber-physical, Internet of Things* (IoT) yang terhubung dengan *Internet of People* (IoP) dan *Cloud Computing*.
- 2) *Digital literacy 4.0* yang berarti kompetensi untuk berkomunikasi satu sama lain melalui *Internet of Things* (IoT) atau / dan *Internet of People* (IoP).
- 3) Keterampilan bagi manusia untuk membuat keputusan yang tepat dan menyelesaikan masalah yang mendesak dalam waktu singkat.
- 4) Keputusan yang terdesentralisasi - meminta orang untuk dapat bekerja terutama dalam kasus pengecualian, gangguan, atau tujuan yang bertentangan, tugas, yang didelegasikan ke tingkat yang lebih tinggi.

Sementara itu, Biro Pendidikan Internasional UNESCO (Marope, Griffin, & Gallagher, 2018) menyebutkan bahwa sebaiknya untuk menghadapi perubahan di abad ke-21 dan era industri 4.0, kurikulum pendidikan setidaknya mengembangkan kompetensi: (1) Kreativitas, komunikasi, pemikiran kritis, pemecahan masalah, rasa ingin tahu, metakognisi; (2) Keterampilan digital, teknologi, dan TIK; (3) Dasar, media, informasi, keuangan, literasi ilmiah dan berhitung, (4) Keterampilan lintas budaya, kepemimpinan, kesadaran global; (5) Inisiatif, pengarahan diri sendiri, ketekunan, tanggung jawab, akuntabilitas, kemampuan beradaptasi; dan (6) Pengetahuan tentang disiplin ilmu, pola pikir STEM.

3.4 Hasil analisis dari kategori media pembelajaran matematika

Masih banyak hambatan yang harus dituntaskan supaya penggunaan teknologi mobile dalam pembelajaran dapat diterapkan (Lucas, 2018), seharusnya guru melakukan perubahan pedagogis pembelajaran matematika, apalagi ketika menggunakan bantuan teknologi (Hwa, 2018), salah satu permasalahan yang harus segera dituntaskan yaitu persepsi guru dalam mengadopsi teknologi smartphone masih beragam, dan sering menjadi penghambat dalam pengimplementasian teknologi berbasis smartphone (Al-Furaih & Al-Awidi, 2018), padahal teknologi mobile akan semakin meningkat penetrasinya dalam kehidupan (Swanson, 2018), sepesat apapun kemajuan teknologi, peranan guru yang salah satunya sebagai pengarah dan pembimbing dalam kegiatan pembelajaran tetap tidak dapat tergantikan, hanya saja diperlukan adaptasi sehingga sesuai dengan teknologi yang digunakan (Müller & Seufert, 2018).

Pembelajaran abad 21 menuntut penyesuaian antara kurikulum dengan kebutuhan ekonomi, yang melahirkan revolusi pendidikan ke empat (*Education 4.0*) yang merupakan sistem pendidikan yang mendukung siswa untuk menghasilkan inovasi dari pengetahuan yang dihasilkan, memungkinkan siswa untuk berkembang bersama pengetahuan dan kecakapan di seluruh hidupnya, dan mampu hidup bermasyarakat, sehingga siswa mampu bersaing di lingkungan lokal maupun global, dan mampu mengikuti perubahan (Bernhardt, 2015; Goldie, 2016; Puncreobutr, 2016; Türk, Kalaycı, & Yamak, 2018).

Pengajaran dan pembelajaran matematika menggunakan peralatan pembelajaran digital memerlukan peran serta guru dalam merencanakan dan merealisasikannya, dan lebih banyak siswa yang merasakan manfaatnya (Hoyos, Navarro, Raggi, & Rodriguez, 2018). Media pembelajaran yang mampu mengembangkan siswa dengan integrasi multidisiplin dan kemampuan inovasi adalah poin kunci yang harus diperhatikan ketika mempromosikan konsep pendidikan berkualitas dan mengatasi proses pembangunan berkelanjutan di masa depan (X. Wang, Xu, & Guo, 2018). Media pembelajaran matematika yang dikembangkan dengan dilengkapi sistem ujian, dapat menjadi alternatif untuk penyelenggaraan ujian berbasis komputer, karena penyelenggaraan ujian berbasis komputer memerlukan biaya mahal dan persiapan yang tidak singkat. Padahal ujian matematika berbasis komputer sangat dianjurkan untuk dilaksanakan, karena mempunyai pengaruh yang kuat terhadap pembentukan keterampilan yang diperlukan di abad 21 (Hoogland & Tout, 2018).

Learning analytic merupakan fitur yang wajib ada dalam media pembelajaran, sehingga dengan data yang terkumpul dapat dilakukan analisis untuk terus melaksanakan perbaikan dalam pencapaian tujuan pembelajaran (Nistor & Hernández-García, 2018), Miteva, dkk. (2018) dalam hasil penelitiannya menyatakan bahwa sangat penting adanya fitur analisa pembelajaran dalam sistem media pembelajaran, dengan menggunakan data-data yang dikumpulkan selama siswa menggunakan media tersebut, namun media pembelajaran berbasis mobile pada saat ini sebagian besar masih tidak menggunakan teknologi *mobile cloud computing*, sehingga pengelolaan data penggunaannya dalam kegiatan pembelajaran masih tidak bisa dijadikan acuan untuk perbaikan proses pembelajaran (Arpaci, 2019), padahal

dengan adanya *Big Data* dan *Internet of Thing*, guru dapat melakukan analisis yang lebih komprehensif (Koren & Klamma, 2018).

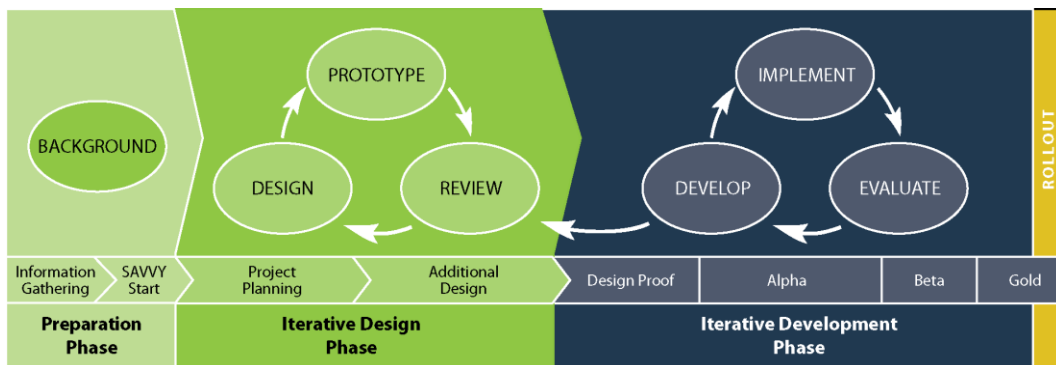
Penggunaan media sosial yang berkembang pesat saat ini belum dapat dimanfaatkan maksimal untuk kegiatan pembelajaran, siswa masih enggan untuk menjadikan media sosial sebagai sarana diskusi untuk belajar (Johannesen, Mifsud, & Øgrim, 2018), padahal pembuatan dan penggunaan media pembelajaran mobile harus memungkinkan terjadinya pembiasaan untuk melakukan literasi informasi (Boh Podgornik, Dolničar, Šorgo, & Bartol, 2016).

Ada minat yang berkembang dalam kontribusi *neuroscience* untuk praktik pendidikan, namun hingga saat ini, *neuroscience* tampaknya memiliki sedikit dampak pada pendidikan. Meskipun demikian, *neuroscience* memiliki nilai potensial untuk pendidikan di beberapa bidang. Secara khusus, pendidikan harus mendorong psikologi dan *neuroscience* untuk mengembangkan teori pembelajaran yang relevan di dunia nyata dan lebih meningkatkan pemahaman kita tentang bagaimana praktik pembelajaran tertentu mempengaruhi pembelajaran dan pencapaian; pada gilirannya, psikologi dan *neuroscience* dapat memberikan wawasan ke dalam mekanisme pembelajaran saraf dan kognitif yang mendasarinya, dengan tujuan keseluruhan untuk memaksimalkan potensi manusia dan belajar untuk semua (Jaeggi & Shah, 2018; Xu & Zhong, 2018; Zadina, 2015). Dan dengan mengintegrasikan pandangan pendidikan, psikologi, dan *neuroscience*, berkontribusi meningkatkan pemahaman siswa terhadap matematika (Buckley, Reid, Goos, Lipp, & Thomson, 2016).

Teknologi Virtual Reality (VR) berkembang sangat aktif beberapa tahun terakhir. Perangkat VR semakin mudah diakses, terjangkau, dan dikenali oleh anak muda di sekolah dan universitas. Di satu sisi, bidang sains, teknologi, teknik dan matematika (STEM) adalah beberapa disiplin ilmu yang paling berkembang pesat. Di sisi lain siswa menunjukkan hasil yang tidak memuaskan dan minat yang rendah pada mata pelajaran STEM. Ini berarti diperlukan sesuatu yang harus dilakukan siswa untuk meningkatkan minat mereka pada STEM, sehingga VR dapat membantu dan dapat berkontribusi untuk meningkatkan prestasi mereka dalam mata pelajaran STEM. Namun, integrasi teknologi VR dalam proses pendidikan mengharuskan guru untuk menyadari teknologi VR, memiliki skenario VR pendidikan yang sesuai dan dilengkapi dengan perangkat yang dibutuhkan (Peltekova, Dimov, & Stefanova, 2018).

Metodologi STEAM mengusulkan pandangan menyeluruh tentang topik-topik pendidikan dan menyediakan alat dan struktur untuk menggabungkannya dalam praktik sekolah sehari-hari (Eleni & Fotini, 2018). Masalah kualitas biasanya dilaporkan mengikuti perkembangan aplikasi pembelajaran seluler. Untuk mengevaluasi dan meningkatkan peluang keberhasilan pengembangan produk pembelajaran mobile baru, harus ada penerapan serangkaian kontrol aspek kualitas teknis yang lengkap dan terdefinisi dengan baik untuk pengembangan pembelajaran mobile dan adopsi dalam lingkungan pendidikan (Sarrab, Elbasir, & Alnaeli, 2016), termasuk peningkatan keamanan sistem, yang menjamin privasi pengguna (Kambourakis, 2013). Merancang media pembelajaran matematika dan membuat aplikasi seluler dapat diwujudkan secara individual. Namun, jika proses ini dilakukan melalui kerja tim, proyek akan mengalami banyak keuntungan (Cahyono, 2018).

Model pengembangan *Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation (ADDIE)*, model pengembangan Borg dan Gall, dan model pengembangan Dick dan Carey merupakan model yang populer digunakan selama beberapa dekade, namun bukan berarti tidak ada alternatif model lain yang lebih sesuai dengan kebutuhan penelitian pengembangan saat ini (Allen & Merrill, 2018). Beberapa alternatif model pengembangan yang dapat digunakan yaitu *Successive Approximation Model (SAM)* (Allen, 2012), *Pebble-in-the-Pond* (Merrill, 2013).



Gambar 1. *Three-phase successive approximation model (SAM)*

Penggunaan model *Successive Approximation Model* membuka kesempatan penelitian dan pengembangan produk pendidikan secara cepat, tepat, dan dapat dikembangkan untuk produksi massal sesuai dengan standar industri (Brown & Green, 2017; Exter & Ashby, 2018; Hughes & Byrd, 2015; Kenny & Gunter, 2018; Parsons & MacCallum, 2019; M. Wang & Schlichtenmyer, 2017)

4. SIMPULAN

Dalam artikel ini kami menyajikan sintesis bibliografi yang komprehensif mengenai berbagai komponen yang harus tersedia dalam media pembelajaran matematika sehingga mampu mengembangkan kompetensi siswa sesuai dengan tuntutan kompetensi yang dibutuhkan di era *Industry 4.0*, dan kami mengajukan kesimpulan bahwa media pembelajaran matematika mendatang seharusnya memiliki komponen: (1) berorientasi pada STEAM, (2) memperhatikan saran-saran dari hasil penelitian bidang neuroscience dalam pembelajaran matematika, dan dalam m-learning, (3) mendorong pemberdayaan keterampilan digital untuk melaksanakan literasi, (4) mendorong kolaborasi virtual antara guru dengan siswa dan siswa dengan siswa, (5) memberdayakan VR, (6) dilengkapi dengan sistem ujian, (7) akuntabel, (8) aman, (9) memungkinkan pengambilan keputusan yang tepat berdasarkan analisa pembelajaran berbantuan kecerdasan buatan, (10) dapat dikembangkan dengan cepat.

Terdapat keterbatasan dalam penelitian tinjauan literatur ini, terutama dalam hal penelusuran dan penyertaan literatur dalam analisis, kami hanya meninjau literatur yang terbatas. Karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut tentang tinjauan literatur yang lebih banyak dan juga penelitian tentang kesesuaian komponen-komponen media pembelajaran matematika yang diajukan dengan kebutuhan media pembelajaran matematika di sekolah.

REFERENSI

- Aberšek, B., & Flogie, A. (2018). Evolution of Competences for New Era or Education 4.0. Dalam *4th International Conference Adaptive Technologies in Learning Control ATL - 2018*.
- Al-Furaih, S. A. A., & Al-Awidi, H. M. (2018). Teachers' Change Readiness for the Adoption of Smartphone Technology: Personal Concerns and Technological Competency. *Technology, Knowledge and Learning*, (0123456789). <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9396-6>
- Allen, M. W. (2012). *Leaving ADDIE for SAM: An Agile model for developing the best learning experiences*. Alexandria, VA: ASTD Press.
- Allen, M. W., & Merrill, M. D. (2018). SAM and Pebble-in-the-Pond: Two Alternatives to the ADDIE Model. Dalam R. A. Reiser & J. V. Dempsey (Ed.), *Trends and Issues in Instructional Design and Technologies* (hlm. 31–41). New York: Pearson.
- Andrs, O. (2018). Using Industry 4.0 Technologies for Teaching and Learning in

- Education Process. Dalam T. Březina & R. Jabłoński (Ed.), *Advances in Intelligent Systems and Computing* (hlm. 149–156). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65960-2_20
- Arpaci, I. (2019). A hybrid modeling approach for predicting the educational use of mobile cloud computing services in higher education. *Computers in Human Behavior*, *90*, 181–187. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.09.005>
- As'ari, A. R. (2014). Perspektif Global Tentang Kurikulum 2013 Secara Umum, dan Pembelajaran Matematika Secara Khusus. Dalam *K-13 Implementation from Global Perspective*. Ponorogo. <https://doi.org/10.13140/2.1.2962.1287>
- Benešová, A., & Tupa, J. (2017). Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, *11*, 2195–2202. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.366>
- Bernhardt, P. E. (2015). 21st Century Learning: Professional Development in Practice. *The Qualitative Report*, *20*(1), 1–19. Diambil dari <https://nsuworks.nova.edu/tqr/vol20/iss1/1>
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining Twenty-First Century Skills. Dalam *Assessment and teaching of 21st century skills* (hlm. 17–66). Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V.
- Boh Podgornik, B., Dolničar, D., Šorgo, A., & Bartol, T. (2016). Development, testing, and validation of an information literacy test (ILT) for higher education. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, *67*(10), 2420–2436. <https://doi.org/10.1002/asi.23586>
- Brown, A., & Green, T. (2017). Issues and Trends in Instructional Technology: Increased Use of Mobile Technologies and Digital Content to Provide Untethered Access to Training and Learning Opportunities. Dalam M. Orey & R. M. Branch (Ed.), *Educational Media and Technology Yearbook* (hlm. 15–26). Springer International Publishing Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45001-8_2
- Buckley, S., Reid, K., Goos, M., Lipp, O. V., & Thomson, S. (2016). Understanding and addressing mathematics anxiety using perspectives from education, psychology and neuroscience. *Australian Journal of Education*, *60*(2), 157–170. <https://doi.org/10.1177/0004944116653000>
- Cahyono, A. N. (2018). *Learning Mathematics in a Mobile App-Supported Math Trail Environment*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-93245-3>
- Elbestawi, M., Centea, D., Singh, I., & Wanyama, T. (2018). SEPT Learning Factory for Industry 4.0 Education and Applied Research. *Procedia Manufacturing*, *23*(2017), 249–254. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.025>
- Eleni, N., & Fotini, P. (2018). “Developing Interdisciplinary Instructional Design Through Creative Problem-Solving by the Pillars of STEAM Methodology” (hlm. 89–97). https://doi.org/10.1007/978-3-319-75175-7_10
- Exter, M. E., & Ashby, I. (2018). Preparing today's educational software developers: voices from the field. *Journal of Computing in Higher Education*, (0123456789). <https://doi.org/10.1007/s12528-018-9198-9>

- Goldie, J. G. S. (2016). Connectivism: A knowledge learning theory for the digital age? *Medical Teacher*, *38*(10), 1064–1069. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2016.1173661>
- Grzybowska, K., & Łupicka, A. (2017). Key competencies for Industry 4.0 (Vol. 1, hlm. 250–253). <https://doi.org/10.26480/icemi.01.2017.250.253>
- Hoogland, K., & Tout, D. (2018). Computer-based assessment of mathematics into the twenty-first century: pressures and tensions. *ZDM*, *50*(4), 675–686. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0944-2>
- Hoyos, V., Navarro, M. E., Raggi, V. J., & Rodriguez, G. (2018). Challenges and Opportunities in Distance and Hybrid Environments for Technology-Mediated Mathematics Teaching and Learning (hlm. 29–45). https://doi.org/10.1007/978-3-319-90790-1_3
- Hughes, C., & Byrd, M. Y. (2015). HRD Quality Management. Dalam *Managing Human Resource Development Programs* (hlm. 89–95). New York: Palgrave Macmillan US. https://doi.org/10.1057/9781137492197_6
- Hwa, S. P. (2018). Pedagogical change in mathematics learning: Harnessing the power of digital game-based learning. *Educational Technology and Society*, *21*(4), 259–276.
- Jaeggi, S. M., & Shah, P. (2018). Editorial Special Topic: Neuroscience, Learning, and Educational Practice—Challenges, Promises, and Applications. *AERA Open*, *4*(1), 233285841875605. <https://doi.org/10.1177/2332858418756053>
- Johannesen, M., Mifsud, L., & Øgrim, L. (2018). Identifying Social Presence in Student Discussions on Facebook and Canvas. *Technology, Knowledge and Learning*, (1), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9362-3>
- Kambourakis, G. (2013). *Security and privacy in m-learning and beyond: Challenges and state-of-the-art*. *International Journal of u-and e-Service* (Vol. 6). Diambil dari <https://www.researchgate.net/publication/285767902>
- Kenny, R. F., & Gunter, G. A. (2018). Entrepreneur-Think Meets Academia: Formative Decision-Making for Instructional Designers and Administrators. Dalam *Educational Media and Technology Yearbook* (Vol. 40, hlm. 39–52). Springer International Publishing Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67301-1_3
- Koren, I., & Klamka, R. (2018). Enabling visual community learning analytics with Internet of Things devices. *Computers in Human Behavior*, *89*, 385–394. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.07.036>
- Kuncara, A. W., & Sujadi, I. (2016). Analisis Proses Pembelajaran Matematika Berdasarkan Kurikulum 2013 pada Materi Pokok Peluang Kelas X SMA Negeri 1 Surakarta. *Jurnal Elektronik Pembelajaran Matematika*, *4*(3), 352–365. Diambil dari <http://jurnal.fkip.uns.ac.id>
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0 . *Business & Information Systems Engineering*, *6*(4), 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Lucas, M. (2018). External barriers affecting the successful implementation of mobile

- educational interventions. *Computers in Human Behavior*.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.05.001>
- Marope, M., Griffin, P., & Gallagher, C. (2018). *Future Competences and the Future of Curriculum A Global Reference for Curricula Transformation*. UNESCO International Bureau of Education. Diambil dari http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/future_competences_and_the_future_of_curriculumexecsummary.pdf
- Merrill, M. D. (2013). *First principles of instruction: Identifying and designing effective, efficient and engaging instruction*. Hoboken, NJ, USA: Pfeifer.
- Mishra, P., & Henriksen, D. (2018). *Creativity, Technology & Education: Exploring their Convergence*. Cham: Springer International Publishing.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-70275-9>
- Miteva, D., Dimov, A., & Stefanova, E. (2018). Teacher-Oriented Data Services for Learning Analytics (hlm. 29–35). https://doi.org/10.1007/978-3-319-75175-7_4
- Mora, H., Pujol-López, F. A., Mendoza-Tello, J. C., & Morales-Morales, M. R. (2018). An education-based approach for enabling the sustainable development gear. *Computers in Human Behavior*. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.11.004>
- Mosconi, F. (2015). *The New European Industrial Policy: Global Competitiveness and the Manufacturing Renaissance*. Taylor & Francis. Diambil dari <https://books.google.co.id/books?id=y1OsCQAAQBAJ>
- Mourtzis, D. (2018). Development of Skills and Competences in Manufacturing Towards Education 4.0: A Teaching Factory Approach. Dalam J. Ni, V. D. Majstorovic, & D. Djurdjanovic (Ed.), *Proceedings of 3rd International Conference on the Industry 4.0 Model for Advanced Manufacturing* (hlm. 194–210). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-89563-5_15
- Mourtzis, D., Vlachou, E., Dimitrakopoulos, G., & Zogopoulos, V. (2018). Cyber-Physical Systems and Education 4.0 –The Teaching Factory 4.0 Concept. *Procedia Manufacturing*, 23(2017), 129–134. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.005>
- Muhuri, P. K., Shukla, A. K., & Abraham, A. (2019). Industry 4.0 : A bibliometric analysis and detailed overview. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 78(November 2017), 218–235. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2018.11.007>
- Müller, N. M., & Seufert, T. (2018). Effects of self-regulation prompts in hypermedia learning on learning performance and self-efficacy. *Learning and Instruction*, 58(April), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.04.011>
- Murtiyasa, B. (2015). Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UMS. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UMS 2015* (hlm. 28–47).
- Ning, H., & Liu, H. (2015). Cyber-physical-social-thinking space based science and technology framework for the Internet of Things. *Science China Information Sciences*, 58(3), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s11432-014-5209-2>
- Nistor, N., & Hernández-García, Á. (2018). What types of data are used in learning analytics? An overview of six cases. *Computers in Human Behavior*, 89, 335–338. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.07.038>

- Parsons, D., & MacCallum, K. (2019). Agile Education, Lean Learning. Dalam D. Parsons & K. MacCallum (Ed.), *Agile and Lean Concepts for Teaching and Learning* (hlm. 3–23). Singapore: Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2751-3_1
- Peltekova, E., Dimov, A., & Stefanova, E. (2018). Improvement of Students' Achievement via VR Technology (hlm. 36–43). https://doi.org/10.1007/978-3-319-75175-7_5
- Puncreobutr, V. (2016). Education 4.0: New Challenge of Learning. *St. Theresa Journal of Humanities and Social Sciences*, 2(2), 92–97.
- Roblek, V., Meško, M., & Krapež, A. (2016). A Complex View of Industry 4.0 . *SAGE Open*, 6(2), 1–11. <https://doi.org/10.1177/2158244016653987>
- Sarrab, M., Elbasir, M., & Alnaeli, S. (2016). Towards a quality model of technical aspects for mobile learning services: An empirical investigation. *Computers in Human Behavior*, 55, 100–112. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.09.003>
- Schallock, B., Rybski, C., Jochem, R., & Kohl, H. (2018). Learning Factory for Industry 4.0 to provide future skills beyond technical training. *Procedia Manufacturing*, 23(2017), 27–32. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.156>
- Shamseer, L., Moher, D., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., ... Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation. *BMJ*, 349(jan02 1), g7647–g7647. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7647>
- Sinambela, P. N. J. M. (2013). Mario Sinambela adalah Dosen Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Medan. *Generasi Kampus*, 6(2), 17–29.
- Sousa, M. J., & Rocha, Á. (2019). Digital learning: Developing skills for digital transformation of organizations. *Future Generation Computer Systems*, 91, 327–334. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.08.048>
- Swanson, J. A. (2018). Assessing the Effectiveness of the Use of Mobile Technology in a Collegiate Course: A Case Study in M-learning. *Technology, Knowledge and Learning*, (0123456789), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9372-1>
- Türk, N., Kalaycı, N., & Yamak, H. (2018). New Trends in Higher Education in the Globalizing World: STEM in Teacher Education. *Universal Journal of Educational Research*, 6(6), 1286–1304. <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.060620>
- Vila, C., Ugarte, D., Ríos, J., & Abellán, J. V. (2017). Project-based collaborative engineering learning to develop Industry 4.0 skills within a PLM framework. *Procedia Manufacturing*, 13, 1269–1276. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.050>
- Vodenko, K. V., Komissarova, M. A., & Kulikov, M. M. (2019). Modernization of the Standards of Education and Personnel Training Due to Development of Industry 4.0 in the Conditions of Knowledge Economy's Formation (hlm. 183–192). https://doi.org/10.1007/978-3-319-94310-7_18
- Wang, M., & Schlichtenmyer, S. (2017). Exploring the Cultural Dimensions of Instructional Design: Models, Instruments, and Future Studies. Dalam M. Orey & R.

- M. Branch (Ed.), *Educational Media and Technology Yearbook* (hlm. 149–167). Springer International Publishing Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45001-8_9
- Wang, X., Xu, W., & Guo, L. (2018). The Status Quo and Ways of STEAM Education Promoting China's Future Social Sustainable Development. *Sustainability*, *10*(12), 4417. <https://doi.org/10.3390/su10124417>
- Xu, J., & Zhong, B. (2018). Review on portable EEG technology in educational research. *Computers in Human Behavior*, *81*, 340–349. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.037>
- Zadina, J. N. (2015). The emerging role of educational neuroscience in education reform. *Psicología Educativa*, *21*(2), 71–77. <https://doi.org/10.1016/j.pse.2015.08>.