

Daftar isi tersedia di [ScienceDirect](#)

Berjanka

beranda jurnal: [www.elsevier.com/locate/futures](http://www.elsevier.com/locate/futures)

# Perbatasan digital: Membayangkan dampak teknologi masa depan di kelas



Sean M. Leahya, Charlotte Hollandb, Francis Wardc

<sup>a</sup> Kantor Beasiswa & Inovasi, Mary Lou Fulton Teachers College, Arizona State University, 1050 S. Forest Mall, PO Box 871811, Tempe, AZ, Amerika Serikat<sup>b</sup> Sekolah Pendidikan STEM, Inovasi & Studi Global, Institut Pendidikan DCU, Universitas Kota Dublin, Kampus St Patrick DCU, Drumcondra, Dublin 9, Irlandia<sup>c</sup> Sekolah Pendidikan dan Gerakan Seni, Institut Pendidikan DCU, Universitas Kota Dublin, Kampus St Patrick DCU, Drumcondra, Dublin 9, Irlandia

## INFORMASI ARTIKEL

### Kata kunci:

Kecerdasan buatan  
Realitas tertambah  
Bahan pintar  
Teknologi pendidikan  
Masa depan pendidikan  
Pendidikan

## ABSTRAK

Kemajuan global dalam teknologi dan informasi konon mendorong transformasi dan gangguan di banyak sektor, termasuk pendidikan. Namun, tinjauan sejarah integrasi teknologi dalam pendidikan terutama mengungkapkan dampak yang lemah atau tidak efektif pada pembelajaran, dan hanya reformasi kecil sampai saat ini dalam sistem pendidikan. Studi ini mengadopsi pendekatan metodologis studi masa depan untuk mengeksplorasi bagaimana ruang dan pengalaman pendidikan K-12 dapat dibentuk oleh teknologi yang muncul dan muncul. Dalam hal ini, serangkaian sketsa disajikan yang secara kritis memeriksa potensi teknologi augmented reality, kecerdasan buatan, dan teknologi bahan pintar untuk mengubah pengalaman belajar di masa depan dan lingkungan belajar di seluruh konteks pendidikan K 12, sementara juga menantang asumsi tentang, dan mempertimbangkan mempengaruhi, masa depan ini. Fokus penelitian ini bukan untuk memprediksi masa depan tunggal atau yang diinginkan untuk pendidikan, tetapi lebih untuk mempertimbangkan secara kritis berbagai kemungkinan masa depan pendidikan yang diinformasikan oleh artikulasi dari tiga sketsa ini. Makalah ini diakhiri dengan wacana tentang pendekatan pedagogik yang muncul yang memiliki potensi untuk mempersiapkan guru dan peserta didik untuk berinteraksi dan berkembang dalam ruang belajar yang dikonfigurasi ulang secara radikal yang bersandar pada teknologi yang disebutkan di atas untuk mendukung transisi di dalam dan di luar sekolah dan komunitasnya yang terhubung.

## 1. Perkenalan

Makalah ini menawarkan wawasan kritis tentang potensi teknologi yang muncul dan muncul dalam mengubah ruang dan pengalaman pendidikan melalui lensa pendekatan studi masa depan. Sementara studi masa depan sebagai disiplin akademis mungkin lebih dikenal dalam bisnis, ekonomi, politik global, dan ilmu pengetahuan keras, bidang ini memiliki banyak hal untuk ditawarkan dalam latihan masa depan dalam konteks pendidikan. Wendell Bell (1997) menyatakan bahwa tujuan studi masa depan adalah untuk "menemukan atau menemukan, memeriksa dan mengevaluasi, dan mengusulkan kemungkinan, kemungkinan dan masa depan yang lebih disukai" (hal. 73) sementara Malaska (2000) menggambarkan penelitian masa depan sebagai "tidak lain kecuali penyempurnaan pemikiran masa depan setiap hari, yaitu memahami dan membayangkan realitas." (hal. 239). Tantangan utama yang muncul di semua konteks studi masa depan adalah kesulitan yang melekat dalam mencoba memecahkan masalah kompleks yang tidak jelas. Contoh di masa depan pendidikan dalam hal ini adalah kesulitan dalam "mempersiapkan" pendidik, peserta didik, dan pemangku kepentingan lainnya untuk terlibat dalam jenis ruang atau pengalaman pembelajaran masa depan yang mungkin secara dramatis berbeda dengan apa yang ada atau apa yang dipraktikkan saat ini. Sardar (2010) hukum pertama studi masa depan bertentangan dengan apa yang ada atau apa yang dipraktikkan saat ini.

Penulis yang sesuai.

Alamat email: [Sean.m.leahy@asu.edu](mailto:Sean.m.leahy@asu.edu) (SM Leahy), [charlotte.holland@dcu.ie](mailto:charlotte.holland@dcu.ie) (C. Holland), [francis.ward@dcu.ie](mailto:francis.ward@dcu.ie) (F. Bangsal).<https://doi.org/10.1016/j.futures.2019.04.009>

Diterima 5 November 2018; Diterima dalam bentuk revisi 25 April 2019; Diterima 29 April

2019 Tersedia online 01 Mei 2019 0016-3287/ © 2019 Penulis. Diterbitkan oleh Elsevier Ltd.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

bahwa kami merangkul kompleksitas dan ketidakpastian sebagai inti dari tantangan ini, karena menurut definisi masalah yang ingin dipecahkan oleh studi di masa depan adalah jahat dan tertanam dalam lanskap yang terus berubah. [Sardar \(2010\)](#) hukum kedua studi masa depan menyatakan bahwa hasil yang paling layak membutuhkan keragaman yang saling terjamin. Oleh karena itu, pendekatan studi masa depan membawa pemahaman bahwa masalah seringkali tidak mudah diselesaikan, yaitu tidak ada solusi tunggal. Dengan demikian, upaya berkelanjutan diperlukan untuk mengembangkan kemungkinan skenario masa depan berdasarkan teknologi pinggiran, tren yang muncul, dan probabilitas. Skeptisisme yang melekat pada solusi tunggal atau pasti ini tercermin dalam hukum ketiga studi masa depan [Sardar \(2010\)](#), yang menyatakan tidak ada satu pun masa depan atau solusi yang diusulkan yang dapat diterima pada nilai nominal, sebaliknya kita harus skeptis terhadap prediksi sederhana atau mendominasi yang mencoba untuk menutup masa depan. Dalam hukum keempat dan terakhir studi masa depan, [Sardar \(2010\)](#) menyatakan bahwa "karena kita tidak dapat memiliki pengetahuan yang benar tentang masa depan, dampak dari semua eksplorasi masa depan hanya dapat dinilai secara bermakna di masa sekarang" (hal. 184). Undang-undang ini mengusulkan bahwa kita tidak pernah dapat benar-benar mengetahui atau secara akurat menentukan masa depan, tetapi kita harus terbuka terhadap pilihan atau kemungkinan lain. Dengan mengingat hukum-hukum ini, kami telah mengembangkan pendekatan metodologis makalah ini, sebagaimana diuraikan dalam bagian berikutnya.

## 2. Metodologi: pendekatan studi masa depan

Sementara penelitian ini berada dalam kerangka teoretis studi masa depan kritis yang berupaya memahami bagaimana masa depan ruang dan pengalaman pendidikan K-12 dapat dibentuk oleh teknologi yang muncul dan muncul, fokus penelitian ini bukanlah untuk memprediksi masa depan tunggal atau yang diinginkan. untuk pendidikan, melainkan untuk secara kritis mempertimbangkan kemungkinan masa depan yang diinformasikan oleh artikulasi tiga sketsa yang mengkritik masa kini. Oleh karena itu, tampaknya ada kecocokan alami (dan kesesuaian filosofis) untuk mendekati studi ini melalui lensa studi masa depan. Studi ini mencari inspirasi dari kerangka konseptual Enam Pilar ([Inayatullah, 2008](#)), yang merinci enam proses yang dapat digunakan untuk memandu praktik dalam studi masa depan, yaitu pemetaan, antisipasi, pengaturan waktu, pendalaman, penciptaan alternatif, dan transformasi. Dari proses-proses ini, [Inayatullah \(2013\)](#) dengan bermanfaat memperoleh pertanyaan-pertanyaan sederhana berikut, yang pada gilirannya merupakan metode singkat yang digunakan dalam mengeksplorasi dan mengkritik kemungkinan masa depan yang menginformasikan penelitian ini:

- 1 Bagaimana sejarah masalah ini? Peristiwa dan tren apa yang telah menciptakan masa kini?
- 2 Apa proyeksi Anda tentang masa depan? Jika tren saat ini berlanjut, seperti apa masa depan?
- 3 Apa asumsi tersembunyi dari prediksi masa depan Anda? Apakah ada beberapa hal yang diterima begitu saja (tentang jenis kelamin, atau sifat atau teknologi atau budaya)?
- 4 Apa saja alternatif untuk masa depan yang Anda prediksi atau takutkan? Jika Anda mengubah beberapa asumsi Anda, alternatif apa yang muncul?
- 5 Apa masa depan pilihan Anda?
- 6 Bagaimana Anda sampai di sini? Langkah apa yang Anda ambil untuk mewujudkan masa kini? ...
- 7 Apakah ada narasi yang mendukung, sebuah cerita? Jika tidak, buatlah metafora atau cerita yang dapat memberikan dukungan kognitif dan emotif untuk mewujudkan masa depan yang diinginkan. (hal. 60)

Pendekatan metodologis dalam penelitian ini diinformasikan oleh tiga pertanyaan pertama. Dalam hal ini, sejarah, peristiwa dan tren yang mengatur konteks untuk eksplorasi ruang belajar terbuka dan teknologi dalam pendidikan dieksplorasi. Selanjutnya, serangkaian sketsa disajikan yang memeriksa teknologi yang muncul dan muncul (teknologi augmented reality, kecerdasan buatan dan teknologi material) dalam konteks pengalaman belajar masa depan di seluruh konteks pendidikan K-12, sementara juga menantang asumsi tentang, dan mempertimbangkan pengaruh pada, masa depan ini. Akhirnya, asumsi yang mendasari sketsa kami ditinjau secara kritis dan pertimbangan tentang ini termasuk dalam bagian terakhir makalah ini. Penelitian tentang empat pertanyaan yang tersisa saat ini sedang berlangsung, dan sedang diinformasikan oleh para pemangku kepentingan dari berbagai konteks yang menantang dan akan menginformasikan kedatangan akhir kami di masa depan pendidikan yang "mungkin atau diinginkan", dan peran kami kembali hingga saat ini. Ini akan menjadi dasar dari makalah terpisah pada suatu titik di (dekat) masa depan.

## 3. Sketsa penggunaan teknologi di dalam kelas

Bagian ini dibuka dengan tinjauan sejarah integrasi teknologi dalam pendidikan. Ini diikuti oleh eksplorasi kritis dari tiga sketsa teknologi yang mengeksplorasi kegunaannya saat ini, dan potensi untuk pengajaran dan pembelajaran, sambil menghindari seperti yang [disarankan Facer dan Sanford \(2010\)](#), membuat asumsi sederhana tentang apa yang akan terjadi, atau untuk mendiskusikan apa yang kita "ingin" atau "akan membuat" terjadi. Untuk keperluan makalah ini, teknologi yang mendasari kritik kami terhadap masa depan pendidikan di setiap sketsa telah dikategorikan ke dalam tiga domain, dengan yang pertama adalah ruang belajar terbuka (ruang belajar fisik masa depan), domain kedua adalah teknologi nyata (ruang belajar yang luas). kategori alat digital yang dapat berinteraksi dengan seseorang seperti teknologi augmented reality (AR), dan domain ketiga adalah teknologi tidak berwujud (teknologi yang tidak terlihat atau dapat disentuh dengan sendirinya seperti kecerdasan buatan). Perlu dicatat bahwa setiap sketsa didekati dengan pemahaman bahwa itu berfungsi sebagai ilustrasi hanya beberapa penggunaan praktis, atau aplikasi potensial, dari teknologi yang muncul dan muncul dalam konteks yang berhubungan dengan pendidikan.

### 3.1. Tinjauan historis integrasi teknologi dalam pendidikan

Selama beberapa dekade terakhir, tidak ada kekurangan klaim dan prediksi yang tinggi tentang dampak mendalam yang tak terhitung yang akan ditimbulkan oleh teknologi baru pada pendidikan dan pembelajaran di kelas. ([Howard & Mozejko, 2015](#)) kritik satu dekade integrasi teknologi dalam pendidikan berguna membongkar tiga gelombang atau "zaman" integrasi teknologi: era pra-digital (1890-an-1970-an), yang menggembar-gemborkan integrasi audio dan televisi (broadcast -jenis) teknologi, era komputer pribadi (1970-an-sekarang),

yang memperkenalkan sistem bimbingan pribadi dan permainan digital, dan era Internet (1990-an-sekarang), dengan bentuk pembelajaran jaringan yang terus berkembang dan kemampuan baru termasuk penandaan dan anotasi konten, lokasi geografis, tangkapan bio-sensorik, dan sumber data kerumunan. Sementara setiap era integrasi teknologi membawa cara-cara baru dan inovatif untuk menghubungkan orang, informasi, dan pembelajaran, para sarjana umumnya setuju bahwa hanya sedikit (jika ada) yang telah mencapai potensi yang diharapkan. [Gregorius dkk. \(2014\)](#) berpendapat bahwa retorika yang sering menyertai munculnya teknologi baru sehubungan dengan ekspektasi yang meningkat dari kemungkinan dampaknya pada pembelajaran, biasanya sesuai dengan Siklus Hype Gartner yang pasca-implementasi bergerak ke "Trough of Disillusionment" hingga "Slope Pencerahan" dan ke "Dataran Tinggi Produktivitas" (hal. 287). Dengan demikian, integrasi teknologi baru dalam pendidikan biasanya diikuti oleh periode kesadaran bahwa ada kesenjangan antara kenyataan dan harapan, dan ini bergerak ke periode di mana ada pertimbangan yang lebih kritis terhadap efektivitas atau sebaliknya dari teknologi. [Howard dan Mozejko \(2015\)](#) lebih lanjut berpendapat bahwa reformasi terutama berfokus pada bagaimana teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi dalam sistem, meningkatkan jumlah yang mengakses pendidikan, dan pada akhirnya memajukan agenda neoliberal yang menghargai akuntabilitas dan produktivitas dalam pembelajaran, dan kesiapan peserta didik untuk tempat kerja. [Cuban \(2001\)](#), [Hicks \(2012\)](#) dan [Howard dan Mozejko \(2015\)](#) mengakui bahwa era ketiga Internet telah membawa integrasi luas teknologi digital di dalam kelas, tetapi masalah berulang dari kepercayaan guru yang rendah dan kurangnya pelatihan yang memadai untuk guru (yang ada selama berabad-abad) berarti bahwa terus ada penghalang untuk integrasi teknologi yang berarti dalam pendidikan membuat kita kekurangan perubahan revolusioner yang dijanjikan untuk praktik pengajaran dan pembelajaran. Masalah utama yang disoroti oleh [Charalambos \(2014\)](#) adalah bahwa pendidik tidak mengintegrasikan teknologi baru ke dalam kelas mereka seperti yang diharapkan dan pada kenyataannya banyak yang hanya menggunakan alat digital baru dengan cara yang sama seperti alat yang diganti. Oleh karena itu, sejalan dengan [Saari dan Säänti \(2017\)](#), akan lalai untuk tidak mengakui struktur historis, ideologis dan sosial sekolah, serta budaya dan pengetahuan yang tertanam dalam proses belajar-mengajar di dalamnya, yang menurut bukti sangat luar biasa. tahan terhadap perubahan (khususnya sehubungan dengan adopsi dan integrasi teknologi baru dengan cara yang berpusat pada peserta didik) hingga saat ini. [Selwyn \(2011\)](#) mencatat dalam publikasinya yang mengeksplorasi isu-isu dan perdebatan dalam pendidikan dan teknologi bahwa "teknologi apapun harus dilihat dari segi batasan dan struktur yang diterapkannya serta peluang yang mungkin ditawarkannya untuk tindakan dan agensi individu" (hal. 8). Oleh karena itu, penting bagi kita untuk mengingat bahwa teknologi bukanlah entitas netral, mereka sarat nilai, dan diwujudkan secara budaya ketika diintegrasikan dalam praktik, dan dengan demikian, memiliki kapasitas untuk digunakan dengan cara yang membatasi atau mengubah pembelajaran.

### 3.2. Vignette 1: membuka ruang belajar

Konsep ruang belajar terbuka dapat ditelusuri ke prakarsa di Inggris pascaperang yang memuncak dalam peluncuran Laporan Anak-anak dan Sekolah Dasar mereka pada tahun 1967 ([The Plowden Report, 1967](#)) yang membuka jalan bagi pembelajaran informal dan terbuka di sekolah dasar Inggris. sekolah ([Cuban, 2004](#)), dengan gerakan "kelas terbuka" yang lebih luas benar-benar mengambil alih sebagai upaya untuk mereformasi pendidikan di akhir 1960-an dan 1970-an, khususnya di Amerika Serikat. Arsitektur sekolah tahun 1960-an yang khas diwujudkan dalam bangunan di mana pembelajaran diatur untuk "berlangsung" di ruang fisik khusus (tidak fleksibel) untuk belajar, terpisah dari ruang untuk makan dan bermain; mengingatkan mereka yang ada sejak Zaman Industri. Konstruksi tetap dan otoriter ini mencerminkan keyakinan picik yang mendasari tentang tujuan pendidikan sebagai transmisi pengetahuan dan persiapan tenaga kerja, sementara juga berusaha untuk menegakkan kembali kesesuaian peserta didik dengan hierarki dominan, yang semakin memperumit masalah pengucilan dan ketidaksetaraan dalam masyarakat. Gerakan "kelas terbuka" berusaha untuk mereformasi dan memperkaya praktik pendidikan dengan mendesain ulang arsitektur sekolah untuk memasukkan lebih banyak ruang terbuka dan fleksibel yang memungkinkan guru dan peserta didik (pada berbagai tingkat kelas) untuk berinteraksi dan berkolaborasi pada saat yang sama, dan dengan mengintegrasikan kegiatan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dari dan dengan satu sama lain. [Horwitz \(1979\)](#), sebagaimana dicatat oleh [Alterator dan Deed \(2013\)](#), mungkin paling baik merangkum ruang kelas terbuka sebagai "gaya pengajaran yang melibatkan fleksibilitas ruang, pilihan aktivitas siswa, kekayaan materi pembelajaran, integrasi bidang kurikulum, dan lebih banyak lagi individu. atau kelompok kecil daripada instruksi kelompok besar" (hlm. 72-73).

Secara historis, ada tantangan dalam mewujudkan potensi sebenarnya dari ruang kelas terbuka, baik dari segi arsitektur fisiknya maupun dalam kualitas pengalaman belajar yang dihasilkan. Dalam hal arsitektur kelas terbuka, beberapa masalah utama yang diidentifikasi termasuk kerentanan mereka terhadap kebisingan, gangguan, dan gangguan disiplin, yang dihasilkan dari berbagai faktor termasuk: tidak adanya dinding untuk mengurangi amplifikasi kebisingan, masalah dalam mengadakan pertemuan besar pelajar di ruang kelas. ruang tunggal, dan kurangnya kesiapan guru untuk praktik di ruang terbuka bersama. Sehubungan dengan yang terakhir, [Osborne \(2016\)](#) menunjukkan masalah banyak guru yang tidak siap untuk terlibat dalam konteks pembelajaran terbuka dan sebaliknya lebih memilih untuk menyesuaikan diri dengan "paradigma satu" [Hood \(2015\)](#); "...satu guru, mengajar satu mata pelajaran ke satu kelas dari satu usia menggunakan satu kurikulum pada satu langkah, dalam satu kelas selama satu jam" (hal. 13). Pada 1980-an, banyak sekolah di AS telah mengkonfigurasi ulang ruang kelas terbuka kembali ke format kelas tradisional. Namun, seruan untuk bentuk ruang belajar yang lebih terbuka tidak berkurang, dan pada pergantian milenium, program pembangunan sekolah baru seperti program Building Schools of the Future Inggris 2003–2010 ([Department for Education & Skills, DFES, 2003](#)), diprakarsai dengan maksud untuk menyediakan arsitektur sekolah yang lebih progresif, membuka kembali debat kelas terbuka yang berlanjut hingga hari ini. Dengan kemajuan baru-baru ini di berbagai teknologi pendidikan dan materi, ada peluang baru untuk mempertimbangkan kembali arsitektur fisik dan pembelajaran untuk sekolah masa depan yang dapat memberikan model pembelajaran yang lebih fleksibel dan terbuka, dan dengan demikian, mendukung lebih banyak bentuk pembelajaran yang beragam dan inklusif, dan pengalaman belajar yang lebih memperkaya seperti yang awalnya dikonseptualisasikan dalam gerakan "ruang kelas terbuka" ([Alterator & Deed, 2013](#); [Melhuish, 2011](#); [Nair & Fielding, 2005](#)).

[Alterator dan Deed \(2013\)](#) berpendapat bahwa bentuk-bentuk "arsitektur" yang mendukung konteks "kelas terbuka" memerlukan desain dan konstruksi ruang belajar yang non-hierarkis, multi-fungsi, menyatu dalam ruang fisik dan virtual, berpusat pada siswa, dan memungkinkan restrukturisasi batas-batas tradisional antara pembelajaran formal-informal, guru-siswa, dan ruang kelas-rumah. Materi cerdas dan struktur sensorik yang baru muncul merupakan peluang nyata untuk mengatasi masalah dengan pencahayaan, kebisingan, dan konfigurasi, dan untuk mendukung realisasi fisik bentuk otentik ruang belajar terbuka di masa depan. Cerdas

bahan dan struktur sensorik berbentuk bahan (rekayasa) yang memiliki "memori" keadaan menguntungkan sebelumnya dan dapat menyesuaikan diri dengan ini jika sesuai. Dalam hal ini, mereka memiliki kapasitas sensorik yang memungkinkan mereka untuk merespons secara tepat (menyesuaikan dan mengatur fungsi) terhadap kondisi dan atau peristiwa lingkungan. Contoh teknologi yang muncul ini meliputi: beton pintar (yang dapat memungkinkan pendeteksian retakan tegangan atau bahkan pergerakan orang di dalam gedung); bata pintar (yang dapat mendeteksi retakan tegangan, menyampaikan informasi tentang kelembapan, kelembapan, dan suhu); smart wrap (bahan bangunan futuristik yang menggantikan semua bahan interior dan eksterior, menyediakan kontrol iklim, daya di mana saja di dinding dan memungkinkan konfigurasi ulang dan perpindahan ke lokasi baru kapan saja); kaca pintar (berubah dari transparan menjadi buram, sehingga meningkatkan privasi); atap hijau pintar; komposit pintar; cat dan pelapis cerdas, dan bahan penyerap suara untuk mengontrol kondisi akustik yang optimal (Arenas & Crocker, 2010; Yousef Mohamed, 2017).

Kekuatan bahan-bahan ini secara agregat adalah bahwa mereka dapat mendukung penciptaan struktur sensorik yang dapat memantau, mengontrol, dan memberlakukan respons yang tepat terhadap rangsangan lingkungan dan lainnya dalam konteks pembelajaran terbuka di tingkat struktur bangunan keseluruhan. Ini mungkin termasuk manajemen tingkat kebisingan di beberapa kelompok pelajar melalui penggunaan bentuk baru bahan penyerap di langit-langit atau lantai, atau penyediaan fleksibilitas dan privasi yang sangat dibutuhkan dalam arsitektur fisik ruang belajar terbuka melalui penyebaran "partisi" kaca pintar (yang dapat diubah menjadi transparan atau buram tergantung pada sifat keterlibatan) di dalam ruang terbuka. Lebih jauh lagi, beberapa dari struktur ini akan memiliki keuntungan tambahan karena dapat dibongkar dan dibangun kembali di lokasi lain, seperti hutan, dan dengan demikian dapat digunakan untuk memberikan kesempatan belajar autentik yang diperluas di luar kampus sekolah. Oleh karena itu, sistem cerdas ini dapat digunakan untuk menyediakan lingkungan fisik yang lebih sehat dan berkelanjutan, responsif terhadap perubahan iklim lokal dan dalam menghemat energi, dan dalam memoderasi tingkat kebisingan.

Sementara penggunaan bahan dan struktur pintar yang disebutkan di atas menghadirkan peluang transenden untuk meningkatkan keberlanjutan fisik bangunan, serta mendorong peluang untuk memaksimalkan peningkatan pengajaran dan pembelajaran, penting untuk dicatat bahwa banyak dari bahan pintar ini dan (cerdas) struktur masih dalam berbagai tahap prototipe dan pengujian. Mungkin perlu beberapa waktu sebelum potensi atau keterbatasan mereka yang sebenarnya dapat diautentikasi. Selain itu, dengan meningkatnya kekhawatiran publik tentang perubahan iklim dan tuntutan pemerintah untuk tanggap terhadap Agenda 2030 PBB untuk Pembangunan Berkelanjutan (Platform Pengetahuan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan Perserikatan Bangsa-Bangsa, nd), bentuk-bentuk tertentu dari pengembangan material yang bergantung pada material yang tidak terbarukan kemungkinan akan tunduk pada pembatasan lingkungan baru yang membatasi jenis atau komposisi bahan yang dapat digunakan dalam konstruksi gedung sekolah, membatasi peluang untuk mengintegrasikan bahan dan atau sistem cerdas di ruang belajar terbuka tersebut.

Akhirnya, seperti yang telah dicatat, keberhasilan ruang kelas terbuka berpusat pada sejauh mana peserta (baik guru dan peserta didik) dapat terlibat secara bermakna dalam berbagai kemungkinan pembelajaran yang ditawarkan di dalamnya, dan dengan demikian sangat bergantung pada guru yang dibudayakan ke dalam cara-cara baru untuk menjadi. dan memfasilitasi pembelajaran dalam ruang-ruang ini. Dalam studi kasus mereka tentang guru yang bekerja dalam model kelas terbuka di Victoria, Australia, Alterator dan Deed (2013) menyoroti dua tema kunci yang berkontribusi pada keberhasilan pemanfaatan arsitektur kelas terbuka oleh guru: persepsi guru tentang keterjangkauan ruang terbuka (fleksibilitas, peningkatan visibilitas, pengawasan interaksi pelajar, dan penekanan hierarki) dan reaksi guru terhadap ruang terbuka (praktik kolektif, orientasi tim, interaksi dan otoritas). Hasil studi kasus memberikan bukti bahwa ruang terbuka memungkinkan guru untuk secara dinamis memikirkan kembali bagaimana waktu dan ruang dapat digunakan dalam proses belajar mengajar. Selain itu, terdapat bukti bahwa tim pengajar terbentuk di sekolah sebagai akibat dari guru harus 'berbagi' fasilitas serta meningkatkan kesempatan bagi mereka untuk terhubung secara informal satu sama lain. Pada akhirnya ruang terbuka mendorong pergeseran dari bentuk pemikiran individu ke kerangka berpikir yang lebih berorientasi pada komunitas dan mengurangi formalitas dalam interaksi guru-guru dan guru-siswa, sehingga tidak menekankan hierarki dan mempromosikan bentuk pembelajaran yang lebih demokratis. Namun, Osborne (2016) menyatakan bahwa baik praktik belajar-mengajar, dan ruang belajar perlu dipertimbangkan kembali untuk "mencapai hasil yang lebih inklusif dan adil bagi peserta didik" (hal. 4). Osborne (2016) menguraikan berbagai pertimbangan yang perlu diperhitungkan untuk mencapai ruang belajar terbuka yang dapat diterapkan, termasuk memastikan: inklusivitas lingkungan, daya tanggap budayanya, keragaman dan tujuan yang jelas untuk ruang belajar, dan pembelajaran aktif dan fisik. gerakan dipupuk dalam ruang belajar. Dalam sebuah studi kasus yang meneliti kebisingan ambien, intrusif, dan latar belakang ruang kelas TK terbuka yang berisi 91 siswa, dibandingkan dengan ruang kelas tertutup 25 siswa oleh Mealings, Buchholz, Demuth, dan Dillon (2014), hasilnya menunjukkan kebisingan intrusi yang jauh lebih tinggi tingkat di ruang kelas terbuka, dengan rasio signal-to-noise dan skor indeks transmisi ucapan jauh di bawah yang direkomendasikan di ruang kelas. Dalam publikasi lebih lanjut, Mealings, Demuth, Buchholz, dan Dillon (2015) menyarankan bahwa ruang terbuka mungkin tidak sesuai untuk semua pelajar, mencatat bahwa tingkat kebisingan dapat berdampak negatif terhadap kegiatan mendengarkan kritis untuk pelajar yang lebih muda.

Untuk menyimpulkan sketsa ini, tingkat fleksibilitas yang diperlukan untuk berhasil menerapkan dan memadukan bentuk pembelajaran yang lebih terbuka dapat menjadi tantangan budaya dan logistik bagi guru dan pelajar, dan akan membutuhkan imajinasi ulang arsitektur masa depan, dan pedagogi di dalam, ruang belajar ini. Sementara arsitektur kelas terbuka memiliki potensi untuk melawan negatif dari model tertutup, model otoriter dari ruang kelas era industri, penelitian lebih lanjut diperlukan pada transformasi (budaya atau sebaliknya) yang diperlukan untuk guru (dan peserta didik) mengorientasikan kembali diri mereka sendiri untuk terjemahan dan ekspresi keterbukaan difasilitasi dalam ruang belajar baru ini, dan kritik yang sama.

### 3.3. Vignette 2: augmented reality (AR)

Augmented reality atau biasa disebut AR adalah teknologi yang memfasilitasi penempatan objek virtual ke dunia nyata melalui kombinasi teknologi lensa dan tampilan. AR adalah salah satu teknologi khusus dalam rangkaian teknologi yang dikenal sebagai realitas campuran (MR), yang juga mencakup realitas virtual (VR), video 360 derajat, dan hologram yang memungkinkan penggabungan dimensi fisik dan digital. Berbeda dengan realitas virtual, di mana pengguna benar-benar tenggelam dalam dunia virtual dan tidak memiliki

persepsi dunia nyata, AR menggunakan dunia nyata sebagai sumbernya dan menutupi objek virtual sehingga nyata dan virtual tampak sebagai satu untuk pengguna (Akçayır & Akçayır, 2017). Gabungan dunia maya dan nyata dilihat melalui layar, di komputer desktop, atau sekarang lebih umum, di layar perangkat seluler dan di headset. Muncul sebagai alat pelatihan pada 1990-an, penggunaannya dalam pengaturan pendidikan telah meningkat secara dramatis dalam beberapa tahun terakhir dan beberapa tinjauan literatur komprehensif telah diterbitkan yang mendokumentasikan berbagai penggunaan AR di pendidikan dasar, menengah dan tinggi (Akçayır & Akçayır, 2017; Bacca, Baldiris, Fabregat, Graf, & Kinshuk, 2014; Chen, Liu, Cheng, & Huang, 2017). Sementara sketsa ini mengacu pada tinjauan literatur ini dan artikel lain tentang AR dalam pendidikan, itu tidak mewakili tinjauan sistematis literatur hingga saat ini. Pencarian untuk artikel jurnal yang diindeks oleh Web of Science mengembalikan 77 artikel yang diterbitkan sebelum 2014, dan 242 diterbitkan dari 2014-sekarang, menunjukkan peningkatan besar dalam penelitian di bidang ini, dan menggambarkan bahwa tinjauan sistematis dari literatur lengkap berada di luar jangkauan. ruang lingkup sketsa ini. Sebaliknya, literatur dipilih yang memberikan gambaran tentang evolusi AR, aplikasi AR dalam pendidikan K-12, keuntungan dan tantangan dalam menggunakan AR dalam pendidikan, dan arah masa depan penggunaan AR dan penelitian dalam pendidikan.

Laporan tren teknologi Future Today Institute 2018 menggambarkan AR sebagai teknologi realitas campuran yang memiliki "potensi pasar terbesar untuk organisasi dalam waktu dekat" (Future Today Institute, 2018, hlm. 136). Mungkin salah satu aplikasi pendidikan paling umum untuk augmented reality adalah buku AR. Prinsip dasarnya adalah bahwa buku AR adalah buku fisik yang berisi gambar yang ketika dipindai oleh kamera perangkat dan dikenali oleh aplikasi AR, memicu tampilan sumber daya yang ditambah termasuk gambar, klip video, dan model 3D sebagai overlay ke layar. Contoh buku AR yang lebih baru juga memungkinkan interaksi dengan menampilkan tombol yang ketika "ditekan" oleh pengguna dapat memanipulasi informasi yang ditampilkan, serta mendukung pengenalan bahasa alami untuk mengontrol aplikasi (Lytridis, Tsinakos, & Kazanidis, 2018, hal. 2). Sifat fungsi ini telah menyebabkan buku AR diberi nama "buku pop-up 3D interaktif" (Altinpulluk & Kesim, 2016, hlm. 4114). Buku AR telah dikembangkan untuk semua usia pelajar; dongeng klasik dan kontemporer tersedia dan ditujukan untuk anak-anak yang lebih muda, sementara buku-buku AR yang berfokus terutama pada sains telah dikembangkan untuk siswa sekolah menengah.

Sementara aplikasi AR telah digunakan di berbagai bidang studi, aplikasi dalam sains berlimpah, dengan Bacca et al. (2014) melaporkan bahwa lebih dari 40% studi AR pendidikan yang mereka ulas berfokus pada "Sains". Aplikasi umum untuk AR dalam sains termasuk pemodelan 3D, seringkali konsep abstrak atau sulit divisualisasikan, seperti yang didokumentasikan dalam penelitian Shelton dan Hedley (2002) yang menyatakan bahwa "AR memiliki potensi untuk mengubah instruksi dan pembelajaran konsep dan konten spasial yang kompleks" (hal. 7), menggunakan AR untuk mengajar siswa tentang hubungan antara matahari dan bumi, dan konsep-konsep seperti rotasi versus revolusi, dan titik balik matahari dan ekuinoks. AR juga telah memperkaya bidang pembelajaran seluler dan mendukung konsep pembelajaran berbasis penemuan dan pembelajaran terletak. Misalnya, Chang et al. (2014) meneliti penggunaan panduan seluler AR untuk memperkaya apresiasi lukisan di museum seni, menggambarkan peningkatan "interaksi antara tambahan, informasi virtual dan pameran nyata" (hal. 186). Akhirnya, ada banyak literatur tentang Augmented Reality dan Game Based Learning (ARGBL). Dua tinjauan literatur tentang ARGBL dalam pendidikan mengkaji bagaimana penggunaan game AR dalam pendidikan dapat menciptakan hubungan yang lebih dalam dengan materi dan mengembangkan keterampilan atau penguasaan konsep (Fotaris, Pellas, Kazanidis, & Smith, 2017; Pellas, Fotaris, Kazanidis, & Wells, 2018) dengan harapan dapat melibatkan siswa dengan meniru kesuksesan game AR seperti Pokemon GO!

Dalam ulasan mereka tentang literatur yang dipilih antara tahun 2003 dan 2013, Bacca et al. (2014, p. 140) melaporkan bahwa keuntungan utama AR yang terdokumentasi dalam pengaturan pendidikan adalah keuntungan dan motivasi belajar, mendukung penelitian oleh Di Serio, Ibáñez, dan Kloos (2013), Liu dan Chu (2010) dan Chang et al. (2014), yang secara khusus meneliti dampak AR terhadap hasil belajar dan motivasi belajar serta peningkatan prestasi belajar siswa. Dalam menilai efektivitas AR yang terdokumentasi, Bacca et al. (2014) mencatat bahwa sebagian besar penelitian yang mereka teliti menemukan bahwa menggunakan AR menyebabkan kinerja belajar yang lebih baik dalam pengaturan pendidikan, dengan pembelajaran dan motivasi siswa juga dilaporkan sebagai manfaat yang signifikan (hal. 142). Selanjutnya, dua penelitian menunjukkan bahwa dalam menggunakan bimbingan AR mobile, keterlibatan dan kinerja siswa ditingkatkan (Chang et al., 2014; Liu & Tsai, 2013), dan pelajar ditempatkan di pusat pengalaman kelas, memfasilitasi otonomi siswa, dan meningkatkan agensi mereka dalam mengambil tanggung jawab atas lintasan pembelajaran mereka (Munoz-Cristobal et al., 2015). Manfaat lain yang diidentifikasi termasuk peningkatan kenikmatan yang dirasakan saat belajar, sikap positif terhadap aktivitas pendidikan, dan memberikan kemungkinan untuk interaksi dan kolaborasi, dengan banyak dari manfaat ini dikaitkan dengan konten grafis dan tingkat interaktivitas yang ditawarkan dalam aplikasi AR (Bacca et al., 2014, hlm. 142–146).

Sementara contoh-contoh di atas menggambarkan manfaat menggunakan AR dalam pendidikan, itu bukan tanpa tantangan. Sebagian besar tantangan terdokumentasi dalam menggunakan teknologi AR dalam pembelajaran terkait dengan keterbatasan teknologi AR saat ini seperti pelacakan posisi, penempatan konten (pemetaan), antarmuka yang ramah pengguna, dan kurangnya kualitas produksi yang lebih tinggi (Bacca et al., 2014). ; Chang et al., 2014; Pellas et al., 2018). Keterbatasan utama lainnya dari adopsi AR dalam pendidikan adalah kurangnya platform pendidikan di mana pendidik dapat menciptakan pengalaman yang relevan secara kontekstual yang disesuaikan untuk kelas atau bidang studi mereka serta kebutuhan akan banyak waktu untuk mengerjakan nilai pedagogis AR dan mempersiapkannya. kegiatan yang mencakup penggunaan AR secara efektif (Munoz-Cristobal et al., 2015). Tanpa kemampuan untuk menciptakan pengalaman otentik, teknologi ini dapat dilihat sebagai solusi "gimmicky", dan sifat baru dari teknologi tersebut dapat menutupi pembelajaran yang diinginkan (Pellas et al., 2018, hlm. 14; Bacca et al., 2014). , hal.141).

Sementara penerapan AR telah didokumentasikan secara luas di tingkat pendidikan dasar, menengah dan tinggi, sangat sedikit penelitian yang dilakukan tentang peran potensial AR dalam perkembangan anak usia dini atau implementasi potensinya dalam pendidikan kebutuhan khusus (Bacca et al., 2014; Akçayır & Akçayır, 2017; Pellas et al., 2018). Kurang digunakan dalam pengaturan anak usia dini tidak diragukan lagi terkait dengan kurangnya konsensus di bidang penelitian ini tentang jumlah waktu layar yang tepat untuk anak kecil (Burton & Pearsall, 2016; Christakis, 2014). Pellas juga mencatat bahwa AR dalam pendidikan guru adalah salah satu bidang yang paling sedikit dieksplorasi (2018, hlm. 146); jika ini menunjukkan bahwa aplikasi pendidikan AR sama sekali tidak dieksplorasi dengan baik dalam program pendidikan guru, ini mungkin menimbulkan kekhawatiran bahwa teknologi ini mungkin gagal memenuhi klaim tinggi bahwa itu akan mengubah lanskap kelas masa depan, atau akan



bertahan melalui siklus hype teknologi.

Futures Today Institute melaporkan bahwa "pada tahun 2017, setiap perusahaan teknologi besar, dari Alphabet hingga Facebook hingga Snap, membuat pengumuman besar tentang investasi besar-besaran di masa depan AR" (Future Today Institute, 2018, hlm. 136). Magic Leap adalah salah satu perusahaan terdepan dalam inovasi teknologi AR dan mengklaim telah mendorong AR ke dalam zona interaktif, di mana pengguna tidak hanya akan merasakan konten digital di atas dunia nyata mereka tetapi juga dapat memanipulasi dan berinteraksi dengannya. Magic Leap One (headset AR mereka) bersama dengan perangkat lain seperti Microsoft HoloLens (dan Kinect Project for Azure) menghadirkan aplikasi yang menarik dan potensial untuk pendidikan. Perkembangan ini menawarkan potensi pembelajaran yang dipersonalisasi melalui aplikasi AR. Kemungkinan ini terutama terlihat jika sistem AR berinteraksi dengan teknologi lain seperti profil pembelajaran individu, umpan balik sensor yang dapat menganalisis respons fisiologis, serta kecerdasan buatan yang dapat menganalisis pembelajaran siswa dan mengubah lintasan belajar mereka sesuai dengan itu. Integrasi rangkaian teknologi ini di bawah payung pengalaman AR "generasi berikutnya" memiliki potensi untuk mengubah pembelajaran dari aktivitas pasif "melihat" menjadi aktivitas "melakukan", yang akan memungkinkan pembelajaran mendalam yang disesuaikan, serta meningkatkan otonomi siswa dan agensi.

Meskipun masih ada harapan dan harapan yang tinggi dari AR dalam pendidikan, seperti halnya teknologi baru dan integrasinya ke dalam pendidikan, ada sejumlah tantangan dan kekuatan eksternal yang dapat menghambat adopsi. Dengan asumsi AR dapat mengatasi tantangan teknologi langsung, masih belum diketahui bagaimana atau apakah masyarakat kita akan terus mempertahankan keyakinan bahwa teknologi memiliki peran yang berharga, bukan merusak untuk dimainkan dalam pendidikan, bahwa pendanaan akan terus diberikan untuk mendukung berhasil dalam integrasi AR ke dalam pendidikan, dan bahwa individu dan kemitraan yang mewakili keseimbangan teknologi, konten dan pengetahuan pedagogis akan terus terlibat satu sama lain untuk mengembangkan pedagogi untuk pengajaran dan pembelajaran yang efektif.

### 3.4. Vignette 3: kecerdasan buatan (AI)

Kecerdasan buatan atau (AI) telah menjadi kata buzz yang digembar-gemborkan di sekitar masa depan teknologi sehingga terlepas dari domainnya, Anda tidak dapat lepas dari hiperbola bipolar tentang potensi tak terbatas atau krisis eksistensial yang akan datang, teknologi ini akan mengantarkan umat manusia. Kecerdasan buatan telah menjadi fokus yang sangat produktif dari teknologi masa depan sehingga Google telah mengubah nama merek "Google Research" mereka menjadi "Google AI" dengan mencatat bahwa semua yang dikerjakan Google menggabungkan beberapa tingkat teknik pembelajaran mesin (Howard, 2018). Tak terkecuali bidang pendidikan. Faktanya, AI telah diusulkan berkali-kali dalam 30 tahun terakhir sebagai solusi untuk meningkatkan pembelajaran melalui pengembangan sistem bimbingan cerdas (ITS) yang memungkinkan sistem terkomputerisasi untuk menyajikan materi dengan cara yang fleksibel dan berpusat pada peserta didik yang membahas semua kebutuhan istimewa siswa sekaligus mampu membuat keputusan pedagogis yang baik tentang cara terbaik untuk "mengajar" siswa (Beck, Stern, & Haugsjaa, 1996; Luckin, Holmes, Griffiths, & Forcier, 2016). Perlu dicatat bahwa meskipun solusi ITS bertenaga AI telah diusulkan selama lebih dari tiga dekade, solusi tersebut belum sampai ke pasar.

Dalam sketsa ini, kami melihat tren saat ini dan yang muncul dalam penelitian AI untuk lebih memahami bagaimana pengembangan AI dapat mengarah pada kemungkinan atau dampak yang lebih disukai pada masa depan teknologi pendidikan dan faktor-faktor apa yang dapat menghambat teknologi ini. Mengambil tinjauan tingkat tinggi AI, umumnya didefinisikan sebagai kecerdasan mesin yang ditunjukkan oleh entitas yang tidak hidup dibandingkan dengan kecerdasan alami seperti yang ditampilkan oleh manusia dan spesies hidup lainnya. Mengingat kesulitan untuk secara akurat mendefinisikan skala global "kecerdasan", komunitas peneliti AI yang lebih luas telah mendefinisikan tiga tahap atau zaman kecerdasan berdasarkan perbandingan kecerdasan mesin dengan kecerdasan manusia. Gambaran ringkas tiga zaman AI dari Dickson (2017) menyatakan tahap pertama yang dikenal sebagai kecerdasan buatan (atau lemah) adalah tahap yang kita alami saat ini. Dalam tahap pertama mesin AI sempit ini mampu menghitung algoritme kompleks dan melakukan pembelajaran mesin independen (tanpa pengawasan) untuk mencapai satu tujuan atau tugas. Kenyamanan modern dari asisten digital, fotografi komputasi, saran prediktif, dan bahkan mobil self-driving semuanya dianggap sebagai contoh AI yang sempit. Era kedua AI adalah kecerdasan umum buatan (kuat). Ini adalah tahap AI umum di mana kecerdasan mesin diatur untuk menyaingi kecerdasan manusia alami. Pada tahap ini, kecerdasan mesin akan memiliki kemampuan untuk membuat keputusan yang kompleks, memiliki persepsi sendiri, melakukan banyak tugas antara pikiran yang tidak terkait, dan menciptakan ingatan otentik yang memengaruhi keputusan selanjutnya. Zaman ketiga dan terakhir disebut sebagai kecerdasan super buatan. Tahap akhir AI ini diklasifikasikan sebagai saat kecerdasan mesin telah melampaui kecerdasan manusia dan mampu melakukan pemikiran dan kreativitas orisinal yang kompleks yang melampaui kapasitas manusia (Dickson, 2017).

Banyak teknolog, peneliti, dan ekonom telah menggambarkan perkembangan AI sebagai era komputasi ketiga yang telah mendorong kita ke ambang Revolusi Industri Keempat sebagai hasil kemajuan kecerdasan mesin dan skala Big Data yang sebelumnya tak terbayangkan (Cukier & Mayer-Schoenberger, 2013; Schwab, 2016). Revolusi Industri Keempat ditandai dengan konvergensi teknologi fisik, digital, dan biologis yang tidak hanya mengubah bagaimana atau apa yang dilakukan orang, tetapi juga mengubah apa artinya menjadi manusia berbeda dengan tiga Revolusi Industri yang ditandai oleh uap, listrik, dan teknologi komunikasi internet masing-masing. Disrupsi teknologi baru ini telah diprediksi akan mengarah pada perluasan kemajuan teknologi yang mengarah pada pertumbuhan ekonomi dan juga telah ditandai dengan hati-hati karena kemajuan yang sama juga dapat menyebabkan ketimpangan ekonomi yang lebih besar dan gangguan pasar tenaga kerja yang ada (Schwab, 2016).

Sementara perdebatan tentang manfaat era baru AI ini masih jauh dari selesai (dan ditandai oleh teknolog status selebriti di kedua sisi argumen), argumen peringatan yang kuat telah dibuat oleh peneliti AI terkemuka Nick Bostrom, Profesor di Universitas Oxford. Bostrom telah blak-blakan tentang potensi bahaya eksistensial dari pengembangan kecerdasan buatan, dan dikreditkan dengan eksperimen pemikiran yang terkenal, Paperclip Maximizer (Bostrom, 2003) di mana ia menggunakan *reductio ad absurdum* yang menghibur untuk menghipotesiskan bahaya AI super cerdas yang telah melampaui kendali pencipta manusia. Dalam eksperimen pemikiran ini, premisnya sederhana, AI diberikan arahan untuk memaksimalkan produksi klip kertas. Tanpa pertimbangan moral, semua hambatan disingkirkan dan semua sumber daya diselaraskan untuk memaksimalkan produksi penjepit kertas apa pun konsekuensinya. Itu

Hasil tak terduga dari AI yang menjadi liar ini ditangkap dengan lucu oleh Yudkowsky (2008) dengan kutipan, "AI tidak membencimu, juga tidak mencintaimu, tetapi kamu terbuat dari atom yang dapat digunakan untuk hal lain" (hal. 27). Menurut Bostrom (2015) 50 persen peneliti AI top memprediksi AI akan mencapai tingkat kecerdasan umum (atau kuat) pada tahun 2050 dan 90 persen memprediksi AI umum akan tercapai pada tahun 2070. Sementara tanggal tersebut masih beberapa tahun. beberapa dekade lagi, pertumbuhan penelitian dan pengembangan AI semakin cepat dan tetap penting untuk memahami kemampuan AI saat ini, kemampuannya, dan bagaimana masa depan teknologi ini dapat dibangun dengan cara yang bertanggung jawab secara sosial. , kurang kita menjadi bahan bakar untuk penjeput kertas sehingga untuk berbicara.

Mengalihkan fokus kembali ke masa depan teknologi pendidikan, jelas bahwa perkembangan AI berpotensi mengganggu hubungan antara pelajar dan teknologi. Salah satu kemajuan tersebut adalah "datafikasi" dari aktivitas kita sehari-hari di mana semua elemen kehidupan kita yang ditingkatkan secara digital menjadi diukur berdasarkan lokasi, komunikasi, dan data penggunaan kita, dll. (Cukier & Mayer Schoenberger, 2013). Dikatakan bahwa datafikasi ini akan memungkinkan mesin, dan sistem untuk mengekstrapolasi tingkat pengetahuan individu siswa yang belum pernah terjadi sebelumnya dan dengan demikian sistem cerdas akan mampu memberikan aktivitas pembelajaran, penilaian, dan intervensi real-time yang sangat dipersonalisasi sesuai kebutuhan. Dalam makalah terbaru, Almohammadi, Hagras, Alghazzawi, dan Aldabbagh (2017) merumuskan bahwa sistem pembelajaran adaptif pribadi yang disesuaikan akan menghemat waktu, menyediakan aset pedagogis kontekstual real-time yang akan meningkatkan pengalaman belajar. Kekhawatiran yang meningkat seputar datafikasi perilaku pengguna adalah privasi. Di era data besar, telah diperingatkan bahwa rekonseptualisasi privasi diperlukan untuk lebih memahami dan membatasi penggunaan data pribadi (Mai, 2016). Kekhawatiran publik yang berkembang tentang penggunaan dan penyalahgunaan data pribadi berpotensi menghambat kemajuan dalam sistem AI dan akan terus menjadi inti wacana masa depan seputar pengembangan etis dan penggunaan AI dalam sistem pendidikan. Menanggapi kekhawatiran ini, lembaga pendidikan merespons dengan berkomitmen untuk penelitian lebih lanjut sebagaimana terbukti dalam investasi Massachusetts Institute of Technology (MIT) sebesar \$ 1 miliar dolar untuk meneliti pengembangan etis AI (Krishna, 2018).

Kemajuan dalam AI yang memiliki tujuan langsung untuk meningkatkan pengalaman belajar mengajar dalam pendidikan dapat diklasifikasikan sebagai sub-domain yang dikenal sebagai kecerdasan buatan dalam pendidikan atau AIED. AIED digambarkan sebagai kumpulan alat yang kuat yang digunakan untuk merumuskan pemahaman yang lebih dalam dan lebih terperinci tentang bagaimana pembelajaran sebenarnya terjadi pada tingkat individu, melampaui pemahaman kognitif, dan mempertimbangkan semua konteks sosial-ekonomi, budaya, dan fisik (Luckin et al., 2016). Dalam publikasi mereka, Luckin et al. (2016) mendeskripsikan tiga model pengetahuan yang menjadi inti dari AIED; model pedagogis, pengetahuan, dan pembelajar. Melihat lebih dekat model AIED, model pedagogis mewakili pengetahuan dan keahlian mengajar di mana bidang pengetahuan tertentu diwakili untuk memberikan pelajar dengan pengalaman belajar terbaik. Dalam model pedagogis misalnya, ini mungkin berisi pengetahuan yang tepat tentang kegagalan produktif, mengetahui berapa lama untuk membiarkan pelajar membuat kesalahan, atau memungkinkan mereka kebebasan untuk mengeksplorasi konsep sebelum "diinformasikan" tentang hasil yang benar atau diinginkan, atau mengetahui apa umpan balik untuk diberikan dan kapan, berdasarkan tindakan pelajar, dan mengetahui bagaimana menilai secara akurat kemajuan pelajar atau penguasaan konsep. Model pengetahuan mewakili pengetahuan kolektif dari area subjek tertentu seperti hukum matematika, fakta sejarah, dan bahasa. Model pembelajar juga mengandung pengetahuan pembelajar individu termasuk sejarah keberhasilan dan kegagalan, keadaan emosional, keterlibatan, minat, dan tujuan. Kekuatan potensial dari sistem ini terbukti ketika mempertimbangkan pengumpulan data itu dalam skala besar di seluruh siswa di seluruh dunia untuk digunakan dalam pengembangan berkelanjutan dari pendekatan pedagogis, berdasarkan umpan balik yang dikumpulkan dengan memahami bagaimana pembelajaran terjadi, di mana kesalahpahaman terjadi. , dan cara terbaik untuk memberikan intervensi yang dibutuhkan.

Kemajuan dalam AI dan dampaknya pada teknologi pendidikan bukan tanpa bagian dari model peringatan. Dengan meningkatnya peran AI dan pembelajaran mesin tanpa pengawasan melalui data besar, salah satu "tanda bahaya" yang muncul adalah potensi hubungan siswa-guru untuk diubah dan jika tidak dilakukan dengan hati-hati, akan berkurang. Eksperimen pemikiran baru-baru ini tentang ide ini mengakibatkan hasil hipotetis siswa menjadi terasing dari guru mereka karena peran guru terus bergeser ke peran "pemandu" yang semakin berkurang daripada mengajar secara langsung sedemikian rupa sehingga hubungan itu menghilang dan digantikan oleh model tipe student-AI (Guilherme, 2017). Eksperimen pemikiran, dan kisah peringatan dengan proporsi yang sama menyenangkan untuk melibatkan pikiran, tetapi juga berfungsi sebagai pengingat bahwa seiring perkembangan teknologi, tetap sangat penting untuk melacak kemajuan dan memastikan bahwa AI bekerja untuk mendukung ide dan gagasan. arah manusia dan bukan menjadi entitas yang mengarahkan perubahan tersebut. Luckin dkk. (2016) mendukung gagasan desain partisipatif ini dengan menyarankan bahwa peran guru akan berubah dengan kemajuan AIED dan memerlukan keterampilan baru termasuk pemahaman canggih tentang AI, keterampilan penelitian untuk menafsirkan data, dan keterampilan manajemen dan kerja tim baru yang dapat memanfaatkan sistem baru.

The Future Today Institute (2018) membahas kelanjutan pengembangan AI dalam Laporan Tren Teknologi tahunan mereka dan memperkirakan implikasinya terhadap teknologi pendidikan seperti pengembangan komputasi kognitif, sistem yang memanfaatkan pemrosesan bahasa alami untuk memahami niat (manusia) kita dan menyediakan interaksi dengan cara yang lebih alami. Sistem kognitif baru yang lebih kuat diperkirakan akan dibangun untuk membantu pekerja pengetahuan di bidang pendidikan, industri medis, dan bidang apa pun di mana pengetahuan dan informasi memainkan peran penting. Perkembangan ini memiliki implikasi langsung untuk pembelajaran dengan teknologi, karena asisten digital ada di mana-mana dan lebih pintar, mereka akan dapat bekerja bersama sistem pembelajaran adaptif untuk memberikan pengalaman belajar individual yang lebih baik bagi siswa dan memungkinkan guru dan administrator memiliki pemahaman yang lebih dalam tentang siswa ' pemahaman tentang subjek dan atau topik yang kompleks.

Untuk menyimpulkan sketsa dampak potensial AI pada masa depan teknologi pendidikan, kita juga harus mempertimbangkan faktor ekstrinsik global yang dapat mempercepat atau menghalangi kemajuan yang dibahas. Seperti semua masa depan, itu secara inheren tidak dapat diprediksi dan berakhir terbuka. Faktor global yang dapat mengubah arah AIED dapat mencakup dampak ekonomi global dari era industri keempat. Persepsi publik tentang kemajuan baru dalam teknologi ini mungkin juga memiliki dampak tak terduga pada pengembangan AI. Kemajuan dalam AI tidak selalu disambut dengan tangan terbuka, dan pada kenyataannya kadang-kadang disambut dengan permusuhan dan kemarahan terbuka seperti yang dilaporkan dalam artikel surat kabar baru-baru ini bahwa mobil self-driving Waymo (Waymo adalah perusahaan mobil tanpa pengemudi spin-off Google) secara fisik diserang oleh penduduk Chandler Arizona di Amerika Serikat. Dilaporkan bahwa mobil otonom mengalami luka robekan ban, batu dan puing-puing lainnya

melemparkan ke arah mobil, serta pengendara lain yang mencoba menjalankan kendaraan dari jalan, dan bahkan ancaman kekerasan fisik kepada pengemudi keselamatan di dalam mobil (Romero, 2018). Meskipun ada banyak klaim tentang bagaimana kemajuan AI akan mengubah masa depan teknologi pendidikan, kenyataannya adalah masa depan ini tidak tertulis, dan rentan terhadap semakin banyak variabel global yang akan menentukan apakah dan bagaimana kita mencapai masa depan yang diinginkan di tempat yang maju. teknologi dapat meningkatkan pengalaman mengajar dan belajar.

#### 4. Diskusi dan kesimpulan

Ketika mempertimbangkan masa depan pendidikan, seperti yang mencakup bentuk-bentuk ruang belajar yang terbuka, teknologi yang ditambah dan kecerdasan buatan, kita perlu memperhatikan, seperti yang disarankan oleh Milojevic (2005), tidak hanya kemungkinan masa depan, tetapi juga untuk belajar dari penyelidikan sejarah pengaruh. (atau perlawanan) yang mengarah pada naik atau turunnya inovasi dalam pendidikan. Pada awal makalah ini kami memeriksa pengalaman masa lalu dari integrasi teknologi dalam pendidikan, dan tinjauan historis ini mengungkapkan integrasi teknologi yang lemah atau tidak efektif hingga saat ini dengan hanya sedikit reformasi dalam sistem pendidikan. Sebuah laporan baru-baru ini oleh New Media Consortium menyerukan agar institusi "distrukturkan dengan cara yang mempromosikan pertukaran ide-ide segar, mengidentifikasi model yang sukses di dalam dan di luar kampus, dan menghargai inovasi pengajaran" (Adams Becker et al., 2017, hal. 2), dan kemajuan dalam materi baru, teknologi augmented dan kecerdasan buatan yang disorot dalam tiga sketsa menggambarkan cara baru untuk menyusun pengalaman belajar di masa depan dan lingkungan belajar untuk melakukan hal ini. Namun, dalam melakukannya, ada kebutuhan seperti yang disoroti oleh Facer (2018) untuk rekonseptualisasi lembaga pendidikan bukan "sebagai ruang prefiguratif untuk penciptaan masa depan yang lebih baik yang telah ditentukan oleh orang dewasa tetapi sebagai laboratorium dan ruang eksperimen bagi anak-anak untuk mengeksplorasi kemungkinan kebaruan radikal" (hal. 206). Sehubungan dengan yang terakhir, Facer (2018) menawarkan inspirasi dalam "mempersiapkan" guru untuk bekerja dalam jenis ruang belajar terbuka yang disorot dalam sketsa pertama dalam bentuk "pedagogi masa kini" inovatifnya (hal. 206), yang melibatkan lima praktik, yaitu, pemodelan, penatalayanan, reflektivitas, disiplin, dan eksperimen, yang berusaha untuk memungkinkan peserta didik untuk kritis membayangkan dan membentuk masa depan yang mungkin. Facer merasa bahwa membingkai ulang pendidikan di sekitar lima orientasi ini dapat menghasilkan ruang yang dikonfigurasi ulang secara radikal yang dapat mendukung transisi di dalam dan di luar sekolah dan komunitasnya yang terhubung, serta penciptaan ruang khusus seperti: museum, pertanian, atau kebun binatang (kemungkinan besar tertanam dalam komunitas) untuk memfasilitasi eksperimen dunia. Integrasi materi dan sistem cerdas yang diuraikan dalam sketsa pertama dalam arsitektur sekolah masa depan akan menghadirkan peluang nyata untuk mengeksplorasi jenis ruang belajar yang fleksibel ini. Lebih lanjut, integrasi teknologi augmented dan kecerdasan buatan seperti yang disajikan dalam dua sketsa terakhir akan menawarkan peluang untuk mengeksplorasi praktik dan dampak "pedagogi masa kini" Facer, dengan memungkinkan pelajar untuk terhubung dan berkolaborasi secara mulus satu sama lain dan guru mereka dalam real-time di seluruh pengaturan virtual dan fisik, dan untuk mengakses, membuat bersama dan mengubah konten pembelajaran dan pengalaman belajar dengan berbagai cara otentik.

Penting untuk mengakui kerentanan perkembangan yang disorot dalam sketsa terhadap pergeseran dan perubahan dari banyak faktor eksternal termasuk namun tidak terbatas pada perubahan lingkungan, ekonomi, sosial, dan politik di tingkat lokal, nasional, dan global. Beare dan Slaughter (1993) mengingatkan kita bahwa ketika datang ke masa depan pendidikan, terlalu sering praduga dari sistem pendidikan mengasumsikan peran, kebijakan, dan lembaga akan tetap konstan dalam sistem ketika pada kenyataannya, "asumsi fundamental yang mengatur pemikiran kita tentang sistem pendidikan itu sendiri berasal dari seperangkat asumsi dominan, tetapi sering tidak teruji, tentang sifat dunia" (hal. 4) dan bahwa tidak hanya mungkin, tetapi diperbolehkan untuk menolak prediksi masa depan yang tak terhindarkan dan memvisualisasikan dunia di luar cakupan visi industri masa depan (Amsler & Facer, 2017). Tidak ada keraguan bahwa sekolah akan terus dipandang sebagai kendaraan untuk memecahkan masalah ekonomi dan sosial dan memungkinkan transformasi menuju masa depan tertentu. Memang, seperti yang dicatat oleh Cuban (2004) :

Keyakinan progresif dan tradisional yang mendalam tentang membesarkan anak-anak, pengajaran dan pembelajaran di kelas, dan nilai-nilai dan pengetahuan yang harus ditanamkan pada generasi berikutnya akan terus muncul kembali karena sekolah secara historis telah menjadi medan pertempuran untuk memecahkan masalah nasional dan mengatasi perbedaan nilai. (paragraf 20).

Oleh karena itu, tantangan berulang dalam penelitian studi masa depan di bidang pendidikan adalah dalam mengungkapkan dan menantang (dis)nilai-nilai dan kebijakan berbasis non-bukti yang mendukung perencanaan masa depan yang dominan untuk pendidikan, seperti kebutuhan dalam setiap penelitian studi masa depan untuk menantang dorongan neoliberal. menuju "mempersiapkan" peserta didik untuk ekonomi pengetahuan yang saat ini membentuk banyak dari apa yang kita lakukan dalam pendidikan saat ini. Oleh karena itu, dalam praktik penelitian studi masa depan kita, kita perlu berusaha untuk terlibat dalam jenis pemikiran masa depan yang mempertimbangkan potensi teknologi dan materi baru dalam pendidikan dalam bricolage faktor yang berdampak pada masyarakat, planet, perdamaian dan kemakmuran, dan yang mempertimbangkan kesempatan belajar di lingkungan formal, non-formal dan informal dengan menghubungkan kembali pembelajaran di sekolah dengan masyarakat dan keluarga. Rittel dan Webber (1973) menyatakan dalam properti keempat mereka tentang masalah jahat, "konsekuensi penuh tidak dapat dinilai sampai gelombang dampak benar-benar habis, dan kita tidak memiliki cara untuk melacak semua gelombang melalui semua kehidupan yang terkena dampak sebelumnya. atau dalam rentang waktu yang terbatas" (hlm. 163). Pada akhirnya kita memulai jalur yang tidak diketahui mencoba memecahkan masalah yang benar-benar jahat, yang mungkin penuh dengan ketidakpastian, jalur yang gagal, dan banyak kemunduran (Churchman, 1967; Rittel & Webber, 1973; Sardar, 2010), tetapi melalui tindakan kita untuk menjinakkan kejahatan dari masalah kami bercita-cita untuk meningkatkan pengalaman belajar bagi semua orang.

#### Pendanaan

Penelitian dan pekerjaan yang diwakili dalam makalah ini tidak menerima hibah khusus dari lembaga pendanaan di publik, kom perdagangan, atau sektor nirlaba.



## Pernyataan minat

Tidak ada.

## Referensi

- Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall Giesinger, C., & Ananthanarayanan, V. (2017). *Laporan NMC Horizon: 2017 edisi pendidikan tinggi* Austin, Texas: Konsorsium Media Baru.
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Keuntungan dan tantangan yang terkait dengan augmented reality untuk pendidikan: Sebuah tinjauan sistematis literatur. *pendidikan Tinjauan Penelitian*, 20, 1-11.
- Almohammadi, K., Hagras, H., Alghazzawi, D., & Aldabbagh, G. (2017). Sebuah survei teknik kecerdasan buatan yang digunakan untuk sistem pendidikan adaptif dalam platform e-learning. *Jurnal Kecerdasan Buatan dan Penelitian Komputasi Lunak*, 7(1), 47-64.
- Alterator, S., & Akta, C. (2013). Adaptasi guru terhadap ruang belajar terbuka. *Isu dalam Penelitian Pendidikan*, 23(3), 315-330.
- Altinpulluk, H., & Kesim, M. (2016). Klasifikasi buku augmented reality: Sebuah tinjauan literatur. *Prosiding Konferensi Teknologi, Pendidikan dan Pengembangan Internasional*, 4110-4118.
- Amsler, S., & Facer, K. (2017). Melawan rezim antisipatif dalam pendidikan: Menjelajahi orientasi pendidikan alternatif ke masa depan. *Kontrak Berjanka*, 94, 6-14.
- Arenas, JP, & Crocker, MJ (2010). Tren terbaru dalam bahan penyerap suara berpori. *Suara dan Getaran*, 44, 12-17.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk (2014). Tren augmented reality dalam pendidikan: Sebuah tinjauan sistematis penelitian dan aplikasi. *Teknologi & Masyarakat Pendidikan*, 17(4), 133-149.
- Beare, H., & Slaughter, R. (1993). *Pendidikan untuk abad kedua puluh satu*. New York, NY: Routledge.
- Beck, J., Stern, M., & Haugsjaa, E. (1996). Aplikasi AI dalam pendidikan. *Persimpangan jalan*, 3(1), 11-15.
- Bell, W. (1997). *Fondasi studi masa depan: Ilmu manusia untuk era baru*. New Brunswick, NJ: Penerbit Transaksi.
- Bostrom, N. (2003). *Masalah etika dalam kecerdasan buatan tingkat lanjut*. Diperoleh dari <https://nickbostrom.com/ethics/ai.html>.
- Bostrom, N. (2015). *Nick Bostrom: Apa yang terjadi ketika komputer kita menjadi lebih pintar dari kita?* [Berkas video]. Maret, Diperoleh dari [https://www.ted.com/talks/nick\\_bostrom\\_what\\_happens\\_when\\_our\\_computers\\_get\\_smarter\\_than\\_we\\_are](https://www.ted.com/talks/nick_bostrom_what_happens_when_our_computers_get_smarter_than_we_are).
- Burton, SL, & Pearsall, A. (2016). Preferensi aplikasi iPad berbasis musik untuk anak kecil. *Studi Penelitian dalam Pendidikan Musik*, 38, 75-91.
- Chang, KE, Chang, CT, Hou, HT, Sung, YT, Chao, HL, & Lee, CM (2014). Pengembangan dan analisis pola perilaku dari sistem panduan seluler dengan augmented reality untuk instruksi apresiasi lukisan di museum seni. *Komputer & Pendidikan*, 71, 185-197.
- Charalambos, V. (2014). Retorika reformasi dan penggunaan TIK oleh guru. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), <https://doi.org/10.1111/bjet.12149>.
- Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R. (2017). Tinjauan penggunaan augmented reality dalam pendidikan dari 2011 hingga 2016. Dalam E. Popescu, Kinshuk, MK Khribi, R. Huang, M. Jemni, NS Chen, & DG Sampson (Eds.). *Inovasi dalam pembelajaran cerdas* (hal. 13-18). Singapura: Springer.
- Christakis, DA (2014). Penggunaan media interaktif di bawah usia 2 tahun: Saatnya memikirkan kembali Pedoman American Academy of Pediatrics? *JAMA Pediatrics*, 168(5), 399.
- Churchman, CW (1967). Editorial tamu: Masalah jahat. *Ilmu Manajemen*, 14(4), B141-B142.
- Kuba, L. (2001). *Oversold dan underused: Komputer di kelas*. Cambridge, MA dan London, Inggris: Harvard University Press.
- Kuba, L. (2004). Ruang kelas terbuka. Pendidikan selanjutnya. *Musim semi 2004*, 4(2). Diperoleh dari <https://www.educationnext.org/theopenclassroom/>.
- Cukier, K., & Mayer-Schoenberger, V. (2013). Munculnya data besar: Bagaimana hal itu mengubah cara kita berpikir tentang dunia. *Luar Negeri*, 92(3), 28-40.
- Departemen Pendidikan & Keterampilan, DFES (2003). *Membangun sekolah untuk masa depan*. London: DFES Publications Diperoleh dari <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20111122053934/http://www.education.gov.uk/publications/eOrderingDownload/DFES%200218%20200MIG467.pdf>.
- Di Serio, J., Ibáñez, MB, & Kloos, CD (2013). Dampak sistem augmented reality pada motivasi siswa untuk kursus seni visual. *Komputer & Pendidikan*, 68, 586-596.
- Dickson, B. (2017). *Apa itu kecerdasan buatan yang sempit, umum, dan super [Pos blog]*. Diperoleh dari <https://bdtectalks.com/2017/05/12/what-is-narrow-general-and-super-kecerdasan-kecerdasan/>.
- Facer, K. (2018). Mengatur pendidikan melalui masa depan. Dalam I. Grosvenor, & L. Rosen Rasmussen (Eds.). *Membuat pendidikan: Bahan desain sekolah dan pendidikan pemerintahan, penelitian tata kelola pendidikan* (hlm. 197-210). Cham, Swiss: Springer.
- Facer, K., & Sanford, R. (2010). 25 tahun ke depan? Skenario masa depan dan arah masa depan untuk pendidikan dan teknologi. *Jurnal Pembelajaran Berbantuan Komputer*, 26, 74-93.
- Fotaris, P., Pellas, N., Kazanidis, I., & Smith, P. (2017). *Tinjauan sistematis aplikasi berbasis game augmented reality di pendidikan dasar. ECGBL 2017 Eropa ke-11 Konferensi Pembelajaran Berbasis Game*.
- Institut Masa Depan Hari Ini (2018). *Laporan tren teknologi 2018: Tren teknologi baru yang akan memengaruhi bisnis, pemerintah, pendidikan, media, dan masyarakat di masa mendatang tahun* New York, NY: Webb.
- Gregory, S., Gregory, B., Wood, D., Butler, D., Pasfield-Neofitou, S., Hearn, M., ... Wang, X. (2014). Retorika dan realitas: Perspektif kritis tentang pendidikan di dunia virtual 3D. Dalam B. Hegarty, J. McDonald, & SK Loke (Eds.). *Retorika dan realitas: Perspektif kritis tentang teknologi pendidikan* (hlm. 279-289). Prosiding asclite Dunedin 2014.
- Guilherme, A. (2017). AI dan pendidikan: Pentingnya hubungan guru dan siswa. *AI & Masyarakat*, 34(1), 47-54. <https://doi.org/10.1007/s00146-017-0693-8>.
- Hicks, D. (2012). Masa depan hanya datang ketika keadaan terlihat berbahaya: Refleksi tentang pendidikan masa depan di Inggris. *Kontrak Berjanka*, 44, 4-13.
- Hood, D. (2015). *Retorika dan Realitas: Sekolah Selandia Baru di Abad ke-21. Masterton, Selandia Baru: Fraser Books*.
- Horwitz, R. (1979). Efek psikologis dari "Open Classroom". *Review Penelitian Pendidikan*, 49(1), 71-85. <https://doi.org/10.3102/00346543049001071>.
- Howard, C. (2018). *Memperkenalkan Google AI [Pos blog]*. Diperoleh dari <https://ai.googleblog.com/2018/05/introducing-google-ai.html>.
- Howard, SK, & Mozejko, A. (2015). Mengingat sejarah teknologi digital dalam pendidikan. Dalam M. Henderson, & J. Romeo (Eds.). *Pengajaran dan teknologi digital: Isu besar dan pertanyaan kritis* (hlm. 157-168). Port Melbourne, Australia: Cambridge University Press.
- Inayatullah, S. (2008). Enam pilar: Pemikiran masa depan untuk transformasi. *Pandangan ke depan*, 10(1), 4-21.
- Inayatullah, S. (2013). Studi masa depan: Teori dan metode. Dalam FG Junquera (Ed.). *Ada masa depan: Visi untuk dunia yang lebih baik* (hlm. 36-66). Madrid, Spanyol: BBVA.
- Krisna, S. (2018). *Perguruan tinggi MIT senilai \$ 1 miliar akan mengajarkan teori dan etika AI. Engadget*. Diperoleh dari <https://www.engadget.com/2018/10/15/mit-stephen-schwarzman-college-of-computing-artificial-intelligence/>.
- Liu, TY, & Chu, YL (2010). Menggunakan permainan di mana-mana dalam kursus mendengarkan dan berbicara bahasa Inggris: Dampak pada hasil belajar dan motivasi. *Komputer & Pendidikan*, 55(2), 630-643.
- Liu, PHE, & Tsai, MK (2013). Menggunakan materi pembelajaran seluler berbasis augmented-reality dalam komposisi bahasa Inggris EFL: Studi kasus eksplorasi Kolokium. *Jurnal Teknologi Pendidikan Inggris*, 44(1), E1-E4.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, LB (2016). *Kecerdasan dilepaskan: Argumen untuk AI dalam pendidikan*. London: Pearson.
- Lytridis, C., Tsinakos, A., & Kazanidis, I. (2018). ARTutor - platform augmented reality untuk pembelajaran jarak jauh interaktif. *Ilmu Pendidikan; Basel*, 8(1), 6.
- Mai, J. (2016). Privasi data besar: Datafikasi informasi pribadi. *Masyarakat Informasi*, 32(3), 192-199.
- Malaska, P. (2000). Pengetahuan dan informasi dalam futurologi. *Pandangan ke depan*, 2(2), 237-244.
- Mealings, KT, Buchholz, JM, Demuth, K., & Dillon, H. (2014). Penyelidikan akustik dari rencana terbuka dibandingkan dengan ruang kelas TK tertutup. *Prosiding Inter-Noise Conference*.
- Mealings, KT, Demuth, K., Buchholz, JM, & Dillon, H. (2015). Pengaruh kondisi akustik ruang terbuka dan tertutup yang berbeda pada persepsi bicara di Anak-anak TK. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 138(4), 2458-2469.

- Melhuish, C. (2011). Metode untuk memahami hubungan antara pembelajaran dan ruang. Dalam A. Boddington, & J. Boys (Eds.). *Membentuk kembali pembelajaran: Seorang pembaca kritis: Masa depan ruang belajar dalam pendidikan pasca-wajib* (hal. 19-31). Rotterdam: Penerbit Rasa.
- Milojevic, I. (2005). *Masa depan pendidikan: Visi yang dominan dan saling bertentangan*. London: Routledge.
- Munoz-Cristobal, JA, Jorin-Abellan, IM, Asensio-Perez, JI, Martinez-Mones, A., Prieto, LP, & Dimitriadis, Y. (2015). Mendukung orkestrasi guru di lingkungan belajar di mana-mana: Sebuah studi di pendidikan dasar. *Transaksi IEEE pada Teknologi Pembelajaran*, 8(1), 83–97.
- Nair, P., & Fielding, R. (2005). *Bahasa desain sekolah: Pola desain untuk sekolah abad ke-21*. Minneapolis: Berbagi Desain.
- Osborne, M. (2016). *Lingkungan belajar yang inovatif. Buku putih pendidikan INTI* <http://www.core.ed.org/>.
- Pellas, N., Fotaris, P., Kazanidis, I., & Wells, D. (2018). Menambah pengalaman belajar dalam pendidikan sekolah dasar dan menengah: Tinjauan sistematis tren terbaru dalam pembelajaran berbasis game augmented reality. *Realitas Virtual*, 1–18.
- Rittel, HW, & Webber, MM (1973). Dilema dalam teori umum perencanaan. *Ilmu Kebijakan*, 4, 155–169.
- Romero, S. (2018). *Memegang batu dan pisau, warga Arizona menyerang mobil yang bisa mengemudi sendiri*. 18 Desember Diperoleh dari The New York Times <https://www.nytimes.com/2018/12/31/us/waymo-self-driving-cars-arizona-attacks.html>.
- Saari, A., & Santti, J. (2017). Retorika 'lompatan digital' dalam dokumen kebijakan pendidikan Finlandia. *Jurnal Penelitian Pendidikan Eropa*, 17(3), 442–457.
- Sardar, Z. (2010). Senama: Futures; studi masa depan; futurologi; futuristik; kejelian-apalah arti sebuah nama. *Futures*, 42, 177–184.
- Schwab, K. (2016). *Revolusi Industri Keempat: Apa artinya, bagaimana menanggapi [postingan blog]*. Diperoleh dari <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-revolusi-industri-apa-artinya-dan-bagaimana-menanggapi/>.
- Selwyn, N. (2011). *Pendidikan dan teknologi: Isu-isu kunci dan perdebatan*. London, Inggris: Continuum International Publishing.
- Shelton, BE, & Hedley, NR (2002). *Menggunakan augmented reality untuk mengajarkan hubungan bumi-matahari kepada mahasiswa geografi sarjana. IEEE Internasional Pertama Perangkat Lokakarya Augmented Reality* 8.
- Laporan Bajak (1967). *Anak-anak dan sekolah dasar mereka: Sebuah laporan dari Dewan Penasehat Pusat Pendidikan* Diperoleh dari. London: Alat Tulis Yang Mulia Kantor. <http://www.educationengland.org.uk/documents/plowden/plowden1967-1.html>.
- Platform Pengetahuan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan Perserikatan Bangsa-Bangsa. (nd). Mengubah dunia kita: Agenda 2030 untuk Pembangunan Berkelanjutan. Diperoleh dari <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>.
- Yusuf Mohamed, AS (2017). Teknologi inovatif material cerdas dalam arsitektur: Menuju paradigma desain inovatif. *Energi Procedia*, 115, 139-154.
- Yudkowsky, E. (2008). Kecerdasan buatan sebagai faktor positif dan negatif dalam risiko global. Dalam N. Bostrom, & M. Cirkovic (Eds.). *Risiko bencana global* (hal. 308–345). New York: Pers Universitas Oxford.