

DAN AI **BERKELANJUTAN**

Bagaimana Bisa
Meningkatkan Kompetensi
Guru

Yoel Octobe Purba, S.Pd., M.Pd
Sudirman T.P Lumban Gaol, S.Pd., M.Pd
Dudes Manalu, S.Kom., M.Kom
Winnie Wie
Putra Agustinus Pasaribu



AI DAN BERKELANJUTAN

(Bagaimana Bisa Meningkatkan Kompetensi Guru)

AI DAN BERKELANJUTAN

(Bagaimana Bisa Meningkatkan Kompetensi Guru)

Yoel Octobe Purba, S.Pd., M.Pd
Sudirman T.P Lumban Gaol, S.Pd., M.Pd
Dudes Manalu, S.Kom., M.Kom
Winnie Wie
Putra Agustinus Pasaribu



AI DAN BERKELANJUTAN

(Bagaimana Bisa Meningkatkan Kompetensi Guru)

Penulis:

Yoel Octobe Purba, S.Pd., M.Pd
Sudirman T.P Lumban Gaol, S.Pd., M.Pd
Dudes Manalu, S.Kom., M.Kom
Winnie Wie
Putra Agustinus Pasaribu

Editor:

Erik Santoso

Layouter :

Tim Kreatif PRCI

Cover:

Rusli

Cetakan Pertama : Januari 2025

Hak Cipta 2025, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT

Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151
Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website : www.rcipress.rcipublisher.org
E-mail : rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2024 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
All Right Reserved

- Cet. I – : Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2025
; 14,8 x 21 cm
ISBN

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, kami mempersembahkan buku ini, yang berjudul **"AI dan Berkelanjutan: Bagaimana Bisa Meningkatkan Kompetensi Guru"**. Buku ini hadir sebagai bentuk kontribusi kami dalam mendukung perkembangan dunia pendidikan, khususnya dalam memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk meningkatkan kompetensi dan kualitas tenaga pendidik.

Peran guru sebagai agen perubahan tidak pernah surut meskipun zaman terus berkembang. Namun, tantangan di era digital menuntut para pendidik untuk tidak hanya menguasai materi pembelajaran tetapi juga memahami teknologi yang dapat menunjang proses belajar-mengajar. Di sinilah kecerdasan buatan menawarkan berbagai peluang, mulai dari personalisasi

pembelajaran, analisis data siswa, hingga pembimbingan berbasis teknologi yang dapat meringankan beban administrasi guru.

Penyusunan buku ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak yang telah memberikan masukan berharga, baik berupa data, gagasan, maupun pengalaman lapangan. Kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi. Harapan kami, buku ini dapat menjadi alat bantu yang efektif bagi para guru untuk terus berkembang dan beradaptasi di era yang serba dinamis.

Akhir kata, kami menyadari bahwa buku ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kami membuka diri terhadap kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan di masa mendatang. Semoga buku ini dapat bermanfaat dan

menjadi inspirasi bagi pembaca dalam memperkuat pendidikan berbasis teknologi yang inklusif dan berkelanjutan.

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	I
DAFTAR ISI	IV
BAB I PENGANTAR PENTINGNYA PENINGKATAN KOMPETENSI GURU PADA ERA DIGITAL	1
BAB II TRANSFORMASI PENDIDIKAN ERA DIGITAL, APA DAN BAGAIMANA?	12
BAB III KOMPETENSI GURU MIPA	17
BAB IV TEKNOLOGI AI, ANTARA HAPARAN DAN TANTANGAN?	21
A. Pengertian AI	21
B. Integrasi Teknologi dalam Proses Pembelajaran	24
BAB V BERKELANJUTAN UNTUK GURU	30
BAB VI DELIVERY PENERAPAN PRODUK TEKNOLOGI DAN INOVASI	33
A. Aplikasi Guru MIPA Terintegrasi AI	34
B. Pengembangan Aplikasi AI	38
C. Keterbatasan Infrastruktur Teknologi	41
D. Resistensi terhadap Perubahan	43
E. Kompatibilitas dengan Kurikulum	45
DAFTAR PUSTAKA	53
BIODATA PENULIS	68

BAB I

Pengantar Pentingnya Peningkatan Kompetensi Guru pada Era Digital

Di tengah perkembangan digital yang berkelanjutan, ranah pendidikan mengalami transformasi dinamis yang memerlukan inovasi berkelanjutan. Implementasi teknologi informasi dan pedagogis telah menjadi elemen kritis dalam merevolusi strategi pendidikan, khususnya pada bidang matematika. Penggunaan teknologi informasi bukan sekadar fenomena sementara, melainkan kebutuhan mendasar untuk meningkatkan kualitas pendidikan di era modern (Mishra & rekan, 2006). Kemunculan teknologi kecerdasan artifisial (AI) menjadi tonggak perubahan signifikan dalam berbagai domain

kehidupan, termasuk sistem pendidikan (Holmes dkk., 2019).

Kemampuan pedagogis mencerminkan kompetensi profesional educator dalam merancang, mengeksekusi, dan mengevaluasi proses pembelajaran secara optimal. Aspek ini meliputi pemahaman mendalam tentang teori pembelajaran, metode instruksional, dinamika kelas, serta kemampuan beradaptasi sesuai karakteristik individual peserta didik (Shulman, 1986). Sementara itu, kompetensi teknologi meliputi keahlian dalam menggunakan dan mengintegrasikan berbagai perangkat digital ke dalam konteks edukasional, baik perangkat keras, perangkat lunak, maupun sumber daya digital lainnya (Koehler dkk., 2013).

Dalam domain pendidikan matematika, penggabungan keterampilan pedagogis dan teknologi

kini menjadi komponen krusial. Matematika seringkali dipersepsikan sebagai disiplin abstrak yang menantang, sehingga teknologi dapat berperan strategis dalam memvisualisasikan konsep, mensimulasikan pemecahan masalah, dan menciptakan pengalaman belajar yang interaktif (Bray, 2017). Implementasi teknologi tidak sekadar tentang adopsi perangkat baru, tetapi bagaimana teknologi tersebut dimanfaatkan secara efektif untuk mendukung pemahaman konseptual dan mengembangkan keterampilan matematis peserta didik (Drijvers dkk., 2016).

Teknologi kecerdasan buatan kini menarik perhatian signifikan dalam ekosistem pendidikan. Platform seperti ChatGPT, Gemini AI, Questionwell.org, dan Gamma.app membuka paradigma baru dalam metodologi pengajaran dan pembelajaran matematika (Zawacki-Richter dkk., 2019). Teknologi mutakhir ini

memiliki kapasitas untuk melakukan personalisasi pembelajaran, menyediakan umpan balik real-time, dan menciptakan lingkungan belajar yang adaptif (Roll dkk., 2016).

Meskipun menghadirkan spektrum kemungkinan inovatif yang sangat prospektif, pengintegrasian kecerdasan artifisial dalam domain pendidikan matematika menghadirkan sejumlah dilema etis yang membutuhkan kajian komprehensif. Kekhawatiran fundamental meliputi potensi ketergantungan peserta didik terhadap teknologi dalam menyelesaikan persoalan matematis, yang secara signifikan dapat menghambat perkembangan kapasitas berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah secara mandiri (Baker, 2016). Selanjutnya, terdapat dimensi problematik yang mencakup keamanan data pribadi siswa serta kemungkinan distorsi algoritmik yang

berpotensi memengaruhi capaian edukatif secara fundamental (O'Neil, 2016).

Peran strategis pendidik dalam mengintegrasikan AI ke dalam proses pembelajaran matematika menjadi kunci fundamental. Mereka dituntut memiliki pemahaman komprehensif tentang mekanisme kerja teknologi AI, mengenali potensi dan keterbatasannya, serta mampu menggunakannya secara efektif sebagai instrumen pendukung, bukan pengganti proses pedagogis (Kaplan, 2019). Hal ini mengharuskan pengembangan profesional berkelanjutan untuk meningkatkan literasi digital dan kapasitas mengintegrasikan AI secara pedagogis dalam kurikulum matematika (Voogt dkk., 2013).

Lanskap implementasi teknologi kecerdasan buatan dalam domain pendidikan matematika di Indonesia saat ini berada pada fase premiliner.

Meskipun terdapat eskalasi antusiasme dan pemahaman terhadap potensi inovatif teknologi, realisasi praktis masih sangat terbatas akibat kompleksitas struktural. Hambatan utama mencakup kesenjangan infrastruktur digital, keterbatasan kompetensi profesional tenaga pengajar, serta problematika linguistik mengingat mayoritas platform AI dikembangkan dengan menggunakan bahasa Inggris sebagai medium utama (Pannen, 2018).

Teknologi AI memiliki keunggulan dalam melaksanakan penilaian formatif yang lebih efektif. Melalui kapasitas pengujian jawaban secara instan, sistem AI dapat memberikan evaluasi spesifik dan segera, memungkinkan peserta didik untuk segera memperbaiki kesalahan dan meningkatkan pemahaman (Shute dkk., 2017). Dalam matematika, keunggulan ini sangat berharga, terutama ketika siswa mengerjakan

latihan atau permasalahan kompleks (Heffernan dkk., 2014).

Namun, penting untuk digarisbawahi bahwa AI bukanlah solusi ajaib untuk seluruh tantangan pendidikan matematika. Implementasinya harus terintegrasi secara cermat dalam pedagogi eksisting dan didukung oleh pemahaman mendalam teori pembelajaran matematis (Chauhan, 2017). Pendidik matematika perlu mengembangkan "pengetahuan konten pedagogis berbasis AI" - yaitu pemahaman tentang penggunaan AI dalam pengajaran matematika yang efektif, dengan tetap mempertahankan integritas pedagogis (Mishra dkk., 2021).

Dalam ranah pendidikan matematika di Indonesia, proses pengadopsian kecerdasan artifisial menuntut strategi yang terakulturasi, dengan memperhatikan nuansa lokal dan keunikan struktural

sistem pendidikan nasional. Upaya implementatif berpotensi mencakup elaborasi konten pedagogis dalam medium bahasa Indonesia, penyelenggaraan program pengembangan profesional komprehensif untuk tenaga pendidik, serta konstruksi regulasi yang mendukung transformasi teknologis sembari menjamin prinsip pemerataan akses bagi seluruh peserta didik (Hadi, 2023).

Kesimpulannya, integrasi keterampilan pedagogis dan teknologi AI dalam pendidikan matematika menawarkan peluang transformatif untuk meningkatkan mutu serta efektivitas pembelajaran. Namun, hal ini membutuhkan strategi hati-hati dan berkelanjutan. Para pendidik matematika perlu terus mengembangkan kompetensi, tidak sekadar dalam penggunaan teknologi, tetapi juga dalam memahami implikasi pedagogis dan etisnya. Dengan pendekatan

yang tepat, AI berpotensi menjadi instrumen powerful untuk menjadikan matematika lebih aksesibel, menarik, dan relevan di era digital kontemporer.

Minimnya ketersediaan perangkat digital seperti komputer, proyektor, dan konektivitas internet yang komprehensif secara substantif berdampak pada rendahnya optimalisasi capaian pemahaman konseptual peserta didik. Kondisi infrastruktur yang terbatas tersebut berimplikasi pada terbatasnya kreativitas pendidik dalam merancang pengalaman pembelajaran inovatif dan interaktif (Muhali, M., 2019). Situasi ini meniscayakan perlunya intervensi strategis untuk mentransformasi paradigma pembelajaran konvensional menuju pendekatan edukatif berbasis teknologi informasi yang lebih dinamis, adaptif, dan responsif terhadap kebutuhan perkembangan kompetensi generasi kontemporer. Dalam hal ini, dapat

dikatakan bahwa guru-guru kesulitan dalam penerapan teknologi AI dikarenakan kurangnya keterampilan pedagogik dan teknologi guru untuk mengadopsi AI yang dapat dipraktikkan dalam proses pembelajaran di kelas, khususnya pelajaran matematika dan IPA Terpadu sehingga berdampak pada rendahnya kreativitas, minat dan capaian akademik siswa pada mata pelajaran matematika dan IPA Terpadu (Rahmadi, I. F., 2019). Berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Rachmijati (2018), ditemukan bahwa keterbatasan inovasi dan kendala infrastruktur pendidikan berperan signifikan dalam menurunnya tingkat kreativitas pendidik, yang selanjutnya berdampak pada implementasi media pembelajaran yang tidak maksimal. Dalam hal ini penggunaan teknologi AI untuk saat ini sudah menjadi suatu keharusan dalam peningkatan kualitas dan kinerja guru (Wijaya, E. Y., dkk., 2019).

Kegiatan pedagogik yang dimiliki oleh guru tentang teknologi AI yang sesuai dengan tuntutan Kurikulum Merdeka Belajar dimana setiap guru harus bisa mengakses dan menggunakan media pengajaran secara online yang ada di lingkungan sekolah seperti komputer, laptop, smartphone, infokus, dll (Batubara, D. S., 2017).

BAB II

Transformasi Pendidikan Era Digital, Apa dan Bagaimana?

Era digital telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk pendidikan. Transformasi pendidikan di era digital merujuk pada perubahan fundamental dalam sistem, proses, dan praktik pendidikan yang didorong oleh kemajuan teknologi informasi dan komunikasi (TIK). Berdasarkan perspektif Schwab (2016), transformasi digital yang merevolusi struktur sosial-ekonomi—yang dikenal dengan istilah Revolusi Industri 4.0—telah secara fundamental mengubah paradigma aktivitas manusia, mencakup dimensi kehidupan, produktivitas kerja, dan proses pembelajaran secara komprehensif dan fundamental. Konsep pendidikan digital, berdasarkan

perspektif Beetham dan Sharpe (2019), merujuk pada suatu strategi edukatif yang mengombinasikan teknologi digital secara komprehensif dalam ranah pembelajaran, pengajaran, serta mekanisme evaluasi. Hakikat pendidikan digital tidak sekadar berkuat pada pengoperasian instrumen teknologis, melainkan mencakup transformasi mendasar dalam cara pandang dan implementasi praktik pendidikan.

Karakteristik utama pendidikan digital meliputi:

1. Pembelajaran berbasis teknologi: Integrasi perangkat dan aplikasi digital dalam proses belajar-mengajar.
2. Fleksibilitas waktu dan tempat: Kemampuan untuk belajar kapan saja dan di mana saja.
3. Dalam konteks pendidikan modern, pendekatan personalisasi pembelajaran menjadi strategi penting yang fokus pada penyesuaian konten

dan metodologi pengajaran secara spesifik dengan karakteristik dan kebutuhan unik masing-masing peserta didik (Baker, 2020).

4. Kolaborasi virtual: Kemampuan untuk berkolaborasi secara online dengan siswa dan pendidik dari berbagai lokasi.
5. Akses terhadap sumber belajar digital: Ketersediaan sumber belajar online yang luas dan beragam.

Dampak teknologi terhadap metode pengajaran dan pembelajaran telah menghasilkan pergeseran paradigma dalam pendidikan. Zhao dan Lei (2019) menegaskan bahwa teknologi digital telah mengubah cara guru mengajar dan siswa belajar. Beberapa dampak signifikan meliputi:

1. Pembelajaran aktif dan interaktif: Teknologi memudahkan siswa untuk berpartisipasi lebih

aktif dalam kegiatan pembelajaran melalui simulasi, game edukasi, dan platform interaktif lainnya.

2. Pembelajaran berdasarkan pada proyek dan kolaborasi: Teknologi memfasilitasi kolaborasi antar siswa dan guru dalam proyek-proyek pembelajaran kompleks.
3. Akses informasi yang lebih luas: Internet dan sumber daya digital menyediakan akses tak terbatas ke informasi dan pengetahuan.
4. Penilaian berbasis teknologi: Penggunaan alat penilaian digital memungkinkan umpan balik yang lebih cepat dan personal.
5. Pembelajaran adaptif: Teknologi AI memungkinkan penyesuaian konten dan kecepatan pembelajaran sesuai dengan kebutuhan individual siswa.

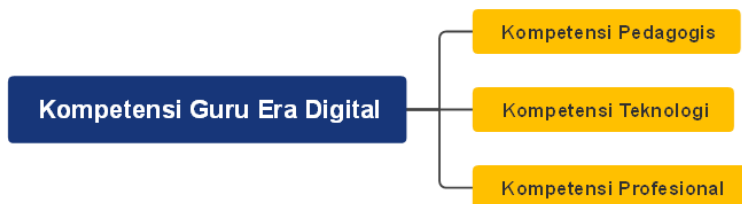
Riset komprehensif oleh Anderson dan Dron (2018) mengungkapkan temuan penting terkait pengaruh teknologi digital dalam konteks pendidikan. Penelitian tersebut mengidentifikasi bahwa implementasi teknologi dalam kerangka pedagogis memiliki dampak positif yang signifikan terhadap dinamika pembelajaran. Hasil kajian secara eksplisit menunjukkan bahwa integrasi digital mampu mengoptimalkan motivasi peserta didik, mempermudah penguasaan konsep yang rumit, serta mendukung pengembangan kompetensi kunci pada era kontemporer, seperti kemahiran digital dan keterampilan analitis pemecahan permasalahan (Anderson & Dron, 2018)..

BAB III

Kompetensi Guru MIPA

Dalam konteks transformasi pendidikan digital, kompetensi guru, terutama guru Matematika dan IPA, perlu disesuaikan dan ditingkatkan. Kompetensi guru dalam era digital mencakup tiga dimensi utama:

1. Kompetensi Pedagogis
2. Kompetensi Teknologi
3. Kompetensi Profesional



Gambar 4.1. Kompetensi Guru di Era Digital

Riset komprehensif oleh Mishra dan Koehler (2020) menghasilkan model konseptual inovatif yang

menjelaskan interkoneksi antara domain pengetahuan dalam konteks pendidikan modern. Kerangka teoritis yang diusulkan tersebut memetakan hubungan dinamis antara komponen pedagogis, teknologis, dan substansi materi pembelajaran, yang memungkinkan pemahaman mendalam tentang strategi pengajaran kontemporer di lingkungan digital (Mishra & Koehler, 2020).

Standar kompetensi guru dalam konteks pendidikan digital, menurut UNESCO ICT Competency Framework for Teachers (2018), meliputi:

1. Pemahaman teknologi informasi: Kemampuan untuk memahami dan menggunakan berbagai teknologi digital.
2. Pengembangan kurikulum digital: Kemampuan untuk merancang dan mengembangkan kurikulum yang mengintegrasikan teknologi.
3. Pedagogik digital: Kemampuan untuk

menggunakan teknologi dalam mendukung strategi pengajaran yang efektif.

4. Evaluasi pembelajaran berbasis teknologi:
Kemampuan untuk menggunakan alat digital dalam penilaian dan evaluasi pembelajaran.
5. Pengembangan profesional berkelanjutan:
Komitmen untuk terus meningkatkan keterampilan dan pengetahuan terkait teknologi pendidikan.

Untuk guru Matematika dan IPA, kompetensi tambahan yang penting menurut Stohlmann et al. (2021) meliputi:

1. Kemampuan menggunakan software dan aplikasi khusus untuk pembelajaran Matematika dan IPA.
2. Keterampilan dalam merancang dan melaksanakan eksperimen virtual.

3. Kemampuan mengintegrasikan pemodelan dan simulasi digital dalam pembelajaran.
4. Pemahaman tentang analisis data dan visualisasi dalam konteks STEM.

BAB IV

Teknologi AI, Antara Harapan dan Tantangan?

A. Pengertian AI

Dalam konteks evolusi teknologi pendidikan, Artificial Intelligence (AI) telah mengambil peran strategis dalam mentransformasi paradigma pengajaran dan pembelajaran. Holmes et al. (2021) melakukan kajian komprehensif yang mengungkapkan lima domain utama implementasi AI dalam ekosistem pendidikan:

1. AI memungkinkan personalisasi pengalaman belajar melalui adaptasi konten dan metode instruksional sesuai karakteristik individual peserta didik.
2. Teknologi kecerdasan buatan dapat berperan sebagai sistem tutor cerdas yang memberikan