



Implementasi *Deep Learning* pada Pembelajaran Kimia: Tantangan, Urgensi dan Transformasi Pedagogik

*Implementation of Deep Learning in Chemistry Education: Challenges, Urgency, and Pedagogical Transformation*

Oleh:

Wahyu Fatimah<sup>1\*</sup>, Wiji<sup>2</sup>

<sup>1</sup>SMAN 4 Kota Cilegon, Banten, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

\*Correspondence email: [wahyufatihah@gmail.com](mailto:wahyufatihah@gmail.com)

**ABSTRAK**

Pendekatan *deep learning* (pembelajaran mendalam) yang dicanangkan Kemendikdasmen menjadi pilar krusial dalam Kurikulum Merdeka untuk mengatasi rendahnya literasi sains dan fenomena "isolasi konsep" pada mata pelajaran kimia. Penelitian ini bertujuan untuk membedah tantangan, urgensi, dan transformasi pedagogik dalam implementasi *deep learning* pada pembelajaran kimia di SMA. Metoda penelitian menggunakan studi literatur (*library research*) dengan pendekatan analisis deskriptif kualitatif. Data sekunder diperoleh dari dokumen kebijakan (Undang-undang Sisdiknas), publikasi jurnal ilmiah, dan buku teks yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi *Deep Learning* melalui tiga pilar utama, yaitu *mindful*, *meaningful*, dan *joyful learning*, menjadi solusi esensial untuk mentransformasi pembelajaran kimia dari sekadar hafalan menjadi pemahaman konseptual yang kokoh. Transformasi ini menuntut guru untuk meningkatkan *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) dan literasi digital agar dapat menyajikan konten kimia yang analitis dan adaptif terhadap tantangan zaman serta isu global seperti *Green Chemistry* dan SDGs. Puncak keberhasilan *deep learning* adalah ketika siswa mencapai fase refleksi (*reflecting*). Simpulan penelitian menegaskan bahwa *deep learning* merupakan transformasi fundamental yang tidak hanya menyentuh aspek kognitif tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*), tetapi juga membangun kesadaran spiritual dan sosial siswa.

**ABSTRACT**

The *deep learning* approach launched by the Ministry of Education is a crucial pillar in the Independent Curriculum to overcome low science literacy and the phenomenon of "concept isolation" in chemistry subjects. This research aims to dissect the challenges, urgency, and pedagogic transformations in the implementation of *deep learning* in chemistry learning in high school. The research method uses a *library research* with a qualitative descriptive analysis approach. Secondary data were obtained from policy documents (the National Education

**Info artikel:**

Diterima: 15 Januari 2026

Direvisi: 13 Februari 2026

Disetujui: 27 Maret 2026

Terpublikasi online: 1 April 2026

Tanggal publikasi: 1 April 2026

**Kata Kunci:**

*Deep Learning*,  
Pembelajaran Kimia,  
Transformasi Pedagogik.

**Key Words:**

*Deep Learning*,  
*Chemistry Learning*,  
*Pedagogical Transformation*.

---

System Law), scientific journal publications, and relevant textbooks. The results of the study show that the implementation of Deep Learning through three main pillars, namely Mindful, Meaningful, and Joyful Learning, is an essential solution to transform chemistry learning from mere memorization to solid conceptual understanding. This transformation requires teachers to enhance their Pedagogical Content Knowledge (PCK) and digital literacy in order to present chemistry content that is analytical and adaptive to the challenges of the era and global issues such as Green Chemistry and the SDGs. The pinnacle of deep learning success occurs when students reach the reflection phase. The research conclusions affirm that deep learning is a fundamental transformation that not only touches on Higher Order Thinking Skills but also builds students' spiritual and social awareness.

---

## 1. PENDAHULUAN

Kurikulum dan tujuannya sangat berdampak besar pada kualitas pendidikan. Menurut Mulia *et al.* (2023), kurikulum berperan dalam membentuk karakter dan kepribadian individu. Dengan demikian, kurikulum harus dinamis, mampu beradaptasi dengan kebutuhan zaman, sehingga siswa mendapatkan bekal kompetensi yang relevan. Perubahan kurikulum adalah untuk menjawab tantangan global, khususnya mengejar ketertinggalan pada literasi dan numerasi. Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah (Kemendikdasmen) baru-baru ini mencanangkan suatu pendekatan yang dikenal dengan istilah pendekatan pembelajaran mendalam (*deep learning*). Pendekatan ini muncul bersinergi dengan Kurikulum Merdeka yang menekankan pada pembelajaran berdiferensial, sementara *deep learning* menitikberatkan pada pembelajaran multiarah yang melibatkan partisipasi aktif siswa dalam mengenal secara mendalam suatu fenomena (Mujtahid, 2025). Sehingga pada *deep learning* diberikan ruang untuk mengeksplorasi dan merefleksikan materi yang dibahas.

*Deep learning* hadir bukan untuk menggantikan pendekatan atau model pembelajaran sebelumnya. *Deep learning* merupakan payung filosofis guna memastikan bahwa pendekatan dan model pembelajaran yang digunakan sesuai dengan materi yang dibahas. Aplikasi *deep learning* bukan hanya sebatas menuntaskan materi secara administratif, tetapi juga dapat menyentuh aspek kognitif tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*). Menurut Nadawina *et al.* (2025), *deep learning* menekankan pada pemahaman konseptual yang mendalam, integritas, berpikir kritis, dan refleksi proses pembelajaran yang telah dilakukan. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Syafi'i (2025), yang menyatakan bahwa *deep learning* memberikan aspek yang kuat, fokus, dan didasarkan pada kesadaran dan pemahaman diri yang mendalam.

Kimia sebagai salah satu mata pelajaran di SMA sering dianggap sulit oleh siswa. Hal ini disebabkan oleh banyak pokok bahasan yang bersifat abstrak, kompleks, berjenjang, dan mencakup tiga level representatif, yakni mikroskopis, makroskopis, dan simbolik (Fatimah, 2024). *Deep learning* menawarkan suatu pendekatan yang dapat menghubungkan pemahaman awal yang dimiliki oleh siswa dengan fenomena alam yang diamati secara langsung. Siswa diajak untuk merefleksi dan memperbaiki pemahaman awal mereka, lalu mengembangkannya secara lebih mendalam dan kontekstual (Wahyu *et al.*, 2024). Tanpa *deep learning*, siswa cenderung hanya sebatas menghafal rumus, tanpa memahami fenomena positif di balik proses pembelajaran tersebut. Oleh karenanya, proses pembelajaran kimia sangat membutuhkan *deep learning* untuk pemahaman konsep dan refleksinya dalam kehidupan sehari-hari.

Peran guru sebagai fasilitator menjadi sangat krusial dalam mengaplikasikan *deep learning*. Guru tidak hanya menguasai konten (*Content Knowledge*), tetapi juga penguasaan *Pedagogical*

*Content Knowledge* (PCK), yang dapat merancang pembelajaran sehingga mampu menggugah rasa ingin tahu dan aksi nyata, yang pada akhirnya siswa dapat merasakan makna dan perlunya belajar kimia. Namun, dalam menentukan keberhasilan pendidikan tidak hanya sebatas peran dan tanggung jawab guru. Stakeholder terkait memainkan peran yang sama, guna penyediaan sarana dan prasarana yang memadai untuk mendukung iklim edukatif sekolah dan inovasi pembelajaran. Sinergi antarlini diperlukan agar kebijakan penerapan deep learning tidak hanya sebatas slogan, tetapi tindakan nyata yang diharapkan akan menjadi budaya sekolah dalam setiap mata pelajaran.

Tantangan utama di lapangan adalah bagaimana menyelaraskan tuntutan asesmen standar nasional dengan fleksibel dalam menerapkan *deep learning*. Menurut Yetti (2025), *deep learning* tidak hanya mempersiapkan siswa untuk ujian akademik, tetapi juga membekali mereka dengan kemampuan yang diperlukan untuk menghadapi tantangan dalam dunia nyata. Diperlukan paradigma baru dalam memandang tingkat keberhasilan siswa, bukan hanya sebatas angka atau skor, melainkan ketajaman analisis dalam pemecahan masalah (*problem solving*). Tujuan penelitian ini adalah untuk membedah permasalahan dalam aplikasi pendekatan pembelajaran mendalam (*deep learning*) serta urgensinya khususnya pada mata pelajaran kimia.

## 2. METODOLOGI

Penelitian menggunakan metode studi literatur (*library research*) dengan pendekatan analisis deskripsi kualitatif. Sumber data bersifat sekunder karena dikumpulkan dari berbagai sumber ilmiah berupa penelusuran dokumen kebijakan (Sisdiknas), beberapa jurnal ilmiah, serta buku-buku teks yang terkait pedagogik kimia. Selanjutnya data dianalisis secara interaktif meliputi reduksi data, penyajian data, pemecahan masalah untuk menarik simpulan.

Penelitian difokuskan pada implementasi pembelajaran mendalam (*deep learning*), urgensi dan tantangannya pada mata pelajaran kimia, yang terintegrasi pada kurikulum merdeka. Penelusuran dari berbagai referensi bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang akurat, ilmiah dan dapat dipertanggung jawabkan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Deep learning* yang dicanangkan oleh Kemdikdasmen berbeda dengan istilah yang digunakan dalam proses *Artificial Intelligence* (AI). *Deep learning* atau yang sering dikenal dengan pembelajaran mendalam (PM) merujuk pada pendekatan pembelajaran, dimana siswa mampu mengaitkan ide-ide baru dengan berbagai ilmu pengetahuan sebelumnya. Prosesnya adalah mencari pola dasar dan mengembangkannya. Langkah nyatanya adalah transfer ilmu pengetahuan, sehingga memberikan pengalaman belajar personal secara mendalam (Wijaya, 2025).

*Deep learning* diharapkan dapat membawa tindakan revolusioner pada bidang pendidikan dalam pemenuhan tuntutan global. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat cepat, *deep learning* digunakan untuk menganalisis perilaku belajar dan membangun profil belajar serta karakter yang dinamis (Jayatri & Safitri, 2025). Menurut Hastuti et al. (2025), *deep learning* merupakan pembelajaran adaptif, dimana proses pembelajaran berdasarkan kinerja siswa secara real-time, dinamis, dan berpusat pada siswa, menggunakan teknologi yang disesuaikan dengan tingkat kemampuan, namun sarat dengan ketajaman kognitif yang berkelanjutan.

### 3.1. Konsep Deep Learning

Undang-undang No. 20 Tahun 2003 Sisdiknas mengamanatkan tentang pengembangan potensi peserta didik agar memiliki kekuatan spiritual dan kecerdasan. Sejalan dengan amanat tersebut, deep learning memastikan konsep kecerdasan tersebut tercapai melalui pemahaman konsep yang kokoh dan mendalam, bukan hanya sekadar mengetahui, tetapi memahami. Konsep dasar *deep learning* yang dirilis oleh KEMENDIKDASMEN menyatakan bahwa *deep learning* adalah suatu pendekatan pembelajaran yang menekankan pada menciptakan suasana belajar yang berkesadaran (*mindful*), bermakna (*meaningful*) dan menggembirakan (*joyful*) melalui olah hati, olah pikir dan olahraga secara holistik yang terpadu. Sehingga pendekatan ini tidak hanya fokus pada aspek akademik, tetapi juga mengembangkan aspek dan interaksi sosial, serta keterampilan tingkat tinggi (HOTS). Mengkolaborasi dan merefleksikan konsep ilmu pengetahuan dalam kehidupan nyata, sehingga menumbuhkan dan meningkatkan kekuatan spiritual (Syayidah & Sodik, 2025).

Proses pembelajaran yang baik memerlukan strategi yang terencana dan metoda yang tepat sasaran (Kurniawan, 2025). Implementasi *deep learning* berakar dari teori konstruktivisme, yang menekankan pada pengetahuan konstruktif melalui pengalaman aktif dan interaksi sosial. Sehingga menumbuhkembangkan keterampilan metakognitif yang menjadikan proses pembelajaran sepanjang hayat (Ansori & Heriansyah, 2025). Mengacu pada konsep tersebut, banyak penelitian yang dilakukan dari berbagai aspek dan perspektif tentang *pendekatan deep learning*. Di antaranya, Rahmawati *et al.* (2025) menyatakan bahwa *deep learning* tercapai ketika siswa mencapai level rasional dan Extended Abstract, di mana siswa mampu mengekstraksi informasi secara terpisah, namun dapat mengaitkan berbagai konsep dan menganalisis sehingga dapat membentuk pemahaman yang utuh dan bermakna. Pada level *extended abstract*, siswa menjadi mampu mentransfer dan mengembangkan gagasan orisinal serta merefleksikannya dalam kehidupan nyata. Sedangkan Anwar & Sodik (2025) menyatakan bahwa *deep learning* bertujuan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran melalui interaksi sosial, pengembangan keterampilan berpikir kritis, serta penerapan pengetahuan dalam spektrum yang lebih luas. Dalam penerapannya, siswa terlibat dalam berbagai diskusi proyek, inkuiri, dan problem solving, sehingga akan terbentuk keterampilan analisis, sintesis, dan evaluasi dari berbagai perspektif ilmu. Sehingga siswa dapat merefleksikan dan mengaitkannya dengan pengalaman pribadi dalam kehidupan nyata.

*Deep learning* tidak hanya menitikberatkan pada proses pembelajaran di kelas, tetapi juga pada pengembangan individu secara menyeluruh, beradaptasi dan berkeadilan (Widagdo, 2024). Dalam penerapan *deep learning* terdapat beberapa aspek yang perlu diketahui, yakni:

1. Pemahaman konseptual yang kuat; siswa tidak hanya menghafal konsep, tetapi juga memahami mengapa dan bagaimana suatu konsep tersebut bekerja, sehingga diperlukan kemampuan literasi sains yang kuat.
2. Penerapan dalam berbagai konteks: berpikir kritis adalah dasar utama siswa untuk menerapkan konsep dalam berbagai situasi yang berbeda.
3. Peningkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif; siswa diajak untuk bereksplorasi, mengajukan ide, mencari solusi dari berbagai fakta dan permasalahan.
4. Kolaborasi dan pembelajaran berbasis proyek; *deep learning* memungkinkan untuk berkolaborasi dalam proyek pembelajaran, sehingga terjadi komunikasi dan pengembangan wawasan yang menghasilkan solusi inovatif.
5. Pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran: siswa mendapatkan pengalaman belajar dari perkembangan teknologi guna mencari sumber ilmu dari berbagai sumber teknologi digital.

6. Pembelajaran seumur hidup; *deep learning* mempersiapkan siswa agar adaptif agar mampu menghadapi dunia nyata di luar sekolah dalam menghadapi perkembangan teknologi di masa depan.

Salah satu keunggulan utama *deep learning* dalam pembelajaran adalah dapat menciptakan pengalaman belajar yang dipersonalisasi. Menurut Maelasari & Lusiana (2025), *deep learning* memungkinkan sistem untuk menganalisis pola belajar siswa, mengidentifikasi kesulitan yang dihadapi, sehingga dapat mencari solusi atas permasalahan yang dihadapi.

### 3.2. Aplikasi dan Tantangan *Deep Learning* pada Mata Pelajaran Kimia

Konsep *deep learning* yang menggabungkan pengalaman belajar dari memahami, mengaplikasikan, sampai merefleksikan sangat terintegrasi dalam suatu rangkaian proses belajar. Hasil analisis karakter mata pelajaran kimia yang bersifat hierarki dan kumulatif menunjukkan bahwa *deep learning* bukan hanya kebutuhan pedagogik, melainkan merupakan kebutuhan fundamental dalam pelaksanaan Kurikulum Merdeka di SMA, khususnya pada mata pelajaran kimia. Pernyataan tersebut didasarkan pada dua alasan utama, yakni mengatasi fenomena “isolasi konsep”, di mana siswa sering kali memahami bagian yang saling terpisah antarkonsep. Misalnya, memisahkan konsep struktur atom dari ikatan kimia. Padahal kedua konten tersebut saling terintegrasi. Serta menjembatani “segitiga representatif Johnstone” yang terdiri dari level makroskopis, submikroskopis dan simbolik (Wicaksono, 2022). Tanpa *deep learning*, siswa akan terjebak dalam level simbolik (menghapal) tanpa memahami dinamika partikel di level submikroskopis.

Proses aplikasi *deep learning* bukan hanya mengadopsi kurikulum dan pendekatannya, tetapi juga merupakan proses transformasi yang akan menjadikannya sebagai budaya sekolah. Menurut Muchson, *et al* (2025), terdapat berbagai elemen terkait yang akan terlibat dalam menentukan keberhasilan penerapan *deep learning*, yakni:

1. Peningkatan kompetensi guru; guru adalah ujung tombak dalam pelaksanaan *deep learning*, karena guru langsung berhubungan dengan siswanya. Guru bukan hanya sebagai pusat informasi ilmu, tapi berperan ganda sebagai transformator, inisiator, kolaborator, penggerak dari berbagai elemen proses belajar yang akan menjadikan sebagai kebutuhan dan budaya siswanya. Kompetensi guru harus terus diasah seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi. Program pelatihan yang terintegrasi dalam pedagogik inovatif dan penggunaan teknologi digital harus semakin ditingkatkan. Bimbingan dan pendampingan yang berkelanjutan sangat diperlukan guna memastikan agar guru dapat mengaplikasikan *deep learning* dengan benar dan berkelanjutan.
2. Kapasitas kepemimpinan sekolah; manajerial dan instruksional kepala sekolah sebagai pemimpin sangat berperan besar untuk membangun budaya sekolah dan kualitas belajar. Berkemampuan dalam memotivasi seluruh elemen sekolah serta mengelola sumber belajar dan sumber daya yang ada disekolah. Membina dan menjalin kerjasama dengan mitra terkait guna keterlaksanaan penerapan *deep learning* secara maksimal. Melakukan evaluasi secara berkala dan menyeluruh guna mendapatkan data yang terukur dari usaha yang telah dilaksanakan.
3. Penyelarasan kurikulum dan pemanfaatan teknologi digital; penataan penyelarasan kurikulum harus dirancang guna mendapatkan pokok bahasan yang esensial. Capaian pembelajaran dimungkinkan untuk eksplorasi secara mendalam pada setiap bahasan materi, bukan hanya uraian luas namun tanpa makna. Memungkinkan untuk

berkolaborasi dengan berbagai mata pelajaran guna aplikasi nyata dan bermakna dari konten yang dibahas. Pemanfaatan teknologi digital terintegrasi dalam proses pedagogik sebagai sumber dan media belajar interaktif. Hal ini akan semakin memperkaya pengalaman belajar.

Permasalahan mendasar yang dihadapi guru kimia saat ini adalah terdapatnya dua tuntutan yang harus dipenuhi yakni materi yang terlalu padat serta keterbatasan waktu untuk mengeksplorasi pemahaman yang utuh. Menurut Permanasari (2024), guru terjebak dalam target administrasi untuk menuntaskan materi pelajaran, sehingga pembahasan hanya sampai permukaan (*surface learning*). Bahkan masih ada guru merasa nyaman dengan "diikat dengan aturan dan regulasi yang sama", sehingga proses belajar seragam dalam setiap kondisi. Akibatnya menjadikan kimia dianggap hanya sebatas kumpulan rumus rumit yang harus dihapal untuk mencapai target nilai. Sehingga menjadikan pengetahuan hanya sebatas konsep tanpa mengetahui urgensi esensialnya.

Tantangan lainnya adalah banyak guru masih kesulitan memvisualisasikan aspek submikroskopis kepada siswa. Sementara kimia menuntut kemampuan abstraksi tinggi untuk memahami konsep pelajarannya. Misalnya, bagaimana pergerakan partikel, bentuk molekul, dan transfer energi yang tak kasat mata. Dengan segala keterbatasan tersebut, akhirnya guru masih menggunakan metode konvensional dengan pola satu arah. Akibatnya, sering terjadi miskonsepsi yang mengakibatkan siswa gagal dalam membentuk struktur kognitif yang kokoh dan mendalam. Pada akhirnya terbentuklah "isolasi konsep", di mana siswa memilah-milah konten pembelajaran dalam setiap bahasannya, tanpa tahu aplikasinya dalam sebuah permasalahan yang utuh. Menurut Gunawan (2025), mengatasi permasalahan tersebut dengan penggunaan model pembelajaran berbasis masalah (*Problem-Based Learning*), berbasis inkuiri (*Inquiry-Based Learning*), berbasis proyek (*Project-Based Learning*) yang terintegrasi dengan teknologi digital terbukti cukup efektif mengatasi permasalahan tersebut. Penilaiannya dikolaborasikan dengan instruksi asesmen berbasis pemecahan masalah untuk mengukur sejauh mana kemampuan siswa dalam menyelesaikan suatu masalah.

Implementasi *deep learning* hadir sebagai aspek solusi melalui pilar berkesadaran (*mindful learning*). Di sini guru dituntut untuk menciptakan pembelajaran yang berkesadaran. Dalam praktiknya, jika terdapat suatu permasalahan, guru tidak langsung memberi jawaban atau solusi, tetapi memberikan pemantik guna memancing rasa ingin tahu melalui anomali kimia yang menantang berpikir secara logis. Guru berperan sebagai desainer instruksional yang memastikan siswa hadir secara utuh, baik fisik, mental, dan emosionalnya (Kosasih et al., 2025). Misalnya, dalam suatu kegiatan eksperimen titrasi, siswa bukan hanya sekadar hadir untuk melaksanakan kegiatan, tetapi juga mengerti mengapa dalam setiap tetes titrasi tersebut bisa terjadi perubahan warna sebagai indikator yang sedang diamati. Hal ini akan menjadi proses pembelajaran penemuan konsep (*inquiry learning*) yang disadari sepenuhnya.

Aspek kedua yaitu *meaningful learning* (pembelajaran bermakna). Siswa mampu mengaitkan konsep baru dengan pengetahuan yang dimiliki serta membangun pemahaman kolektif (Fatimah, et al, 2025). Implementasinya bisa berupa mengorelasikan konten kimia dengan permasalahan yang dekat dengan kehidupan sehari-hari, misalnya konsep asam-basa dengan gejala sakit maag dan proses pengobatannya, atau pentingnya berpuasa dalam mencegah dan mengobati sakit maag. Hal lain adalah mengajak siswa berpikir terhadap isu global seperti pemanasan global, banjir rob, dan permasalahan lain yang sering terjadi di lingkungan siswa, sehingga guru dapat mengatasi isolasi konsep dengan menggunakan pendekatan interdisipliner, misalnya ketika pembahasan termokimia bukan hanya sebatas membahas perhitungan entalpi,

Hukum Hess, energi ikatan, namun dapat dikaitkan dengan krisis energi dan pemanasan global.

*Joyful Learning* (pelajaran menggembirakan) adalah pilar kunci yang dapat mereduksi *chemistry anxiety* atau ketakutan terhadap pelajaran kimia. Dengan melakukan beberapa aspek, siswa merasakan bahwa mereka "butuh belajar kimia". Kimia bukan monster yang menakutkan, apalagi dijauhi. Menggembirakan dalam *deep learning* bukan berarti kelas harus diisi dengan hiburan canda tawa, melainkan menimbulkan rasa senang dan puas saat siswa dapat memecahkan permasalahan dengan logika kimia. Konsep menggembirakan akan menginspirasi siswa dalam menciptakan ide-ide baru yang inovatif dari pengalaman belajar yang telah dilaksanakan (Putri, *et al*, 2023). Strategi simulasi pembelajaran memungkinkan siswa untuk berinteraksi dengan cara 4C (*creativity, critical thinking, collaboration, and communication*), sehingga menciptakan iklim belajar yang positif dan dinamis.

Transformasi menuju *deep learning* menuntut guru untuk memiliki *pedagogik content knowledge* (PCK) yang mumpuni. Guru bukan hanya ahli dalam konten dan strategi pembelajaran, namun mampu memilih dan memilah teknologi digital sebagai sumber dan media belajar. Tantangan ini dapat diatasi dengan penguatan kelompok belajar komunitas, pelatihan dan pendampingan berkelanjutan. Sinergi antar kebijakan terhadap *deep learning* dan kreativitas guru menjadi syarat mutlak keberhasilan pendidikan khususnya mata pelajaran kimia. Dengan menggeser paradigma dari "menghafal pelajaran" menuju "pendalaman esensial" pembelajaran kimia di SMA akan berkontribusi secara signifikan terhadap terbentuknya karakter siswa yang analitis, adaptif dan siap menghadapi tantangan zaman yang semakin kompleks.

Ketercapaian dalam pelaksanaan ketiga aspek *deep learning* (*Mindful, Meaningful dan Joyful*) akan menghasilkan pengalaman belajar, yang dimulai dari memahami (*understanding*), berupa pengetahuan awal untuk menginterpretasikan informasi baru dan mengaitkannya dengan pengetahuan yang telah dimiliki sehingga terjadi keterkaitan antar konsep (Sandika, *et al*, 2025). Misalnya siswa tidak hanya menyelesaikan penyetaraan persamaan reaksi, namun memahami interaksi antar molekul sehingga dalam persamaan reaksi dapat terbentuk zat baru. Proses ini berlanjut pada tahap mengaplikasikan (*apply*), di mana siswa mampu mentransfer pengetahuan abstrak menjadi riil baik dalam kegiatan praktikum di laboratorium maupun dalam fenomena kehidupan nyata. Kemampuan mengaplikasikan konsep kimia secara kontekstual menunjukkan bahwa informasi telah terorganisasi secara sistematis dalam struktur kognitif individu.

Keberhasilan *deep learning* mencapai puncaknya ketika siswa mencapai fase refleksi (*reflecting*), di mana siswa mampu mengevaluasi diri secara mandiri terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan. Dalam konten kimia siswa mampu mengidentifikasi miskonsepsi, menghubungkan keterkaitan antar konsep seperti hubungan termokimia dengan kinetika kimia, hubungan hidrokarbon dengan makromolekul, serta menyadari keterbatasan dari model teoritik konten tersebut. Melalui siklus pengalaman belajar memahami, mengaplikasikan dan merefleksikan, pembelajaran kimia akan bergeser dari sekedar mengetahui sebatas permukaannya saja (*surface learning*) menuju konstruksi *deep learning* yang penuh makna. Hal ini akan meningkatkan literasi sains yang esensial bagi pengembangan inovatif bidang kimia di masa depan.

### 3.3. Deep Learning: Pembelajaran Adaptif Menuju Era Globalisasi dan Sustainable Development Goals (SDGs).

Implementasi *deep learning* dalam pembelajaran kimia dimasa globalisasi menuntut adanya transformasi dari pembelajaran konvensional menuju pembelajaran adaptif yang berbasis lingkungan. Proses pembelajaran bersifat refleksi, kritis dan bermakna dapat memberikan umpan balik pada konsep-konsep krusial yang dapat menjawab isu permasalahan global (Nabila, *et al*, 2025). Contohnya aplikasi pembahasan asam basa atau laju reaksi dalam permasalahan kimia hijau (*Green Chemistry*). Proses ini merupakan wujud nyata dukungan pada *Sustainable Development Goals* (SDGs).

Integrasi isu global seperti krisis energi dan kelangkaan air bersih dalam materi termokimia dan elektrolisis merupakan langkah konkret untuk mewujudkan *deep learning* yang kontekstual. Pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*) yang berfokus pada solusi inovatif sehingga berkorelasi dengan tantangan SDGs. Kegiatan konkret lainnya dapat berupa siswa bukan hanya diminta untuk menghitung sel Volta secara teoritis, tapi juga didorong untuk melakukan refleksi kritis bagaimana teknologi baterai masa depan dapat mendukung transmisi energi terbarukan. Menurut Handayani, *et al*, (2024), hal ini dapat membentuk karakter siswa yang bukan hanya cerdas secara kognitif, tapi juga peduli terhadap lingkungan dengan berkesadaran (*Mindful*) dan bertanggung jawab, serta bermakna (*Meaningful*) sebagai makhluk sosial

Implementasi *deep learning* dalam mata pelajaran kimia di era globalisasi menjadikan pembelajaran lebih adaptif berbasis lingkungan yang terkoneksi dengan pemanfaatan teknologi. Selain dapat meningkatkan literasi digital, teknologi juga dapat meningkatkan literasi sains. Guru direkomendasikan untuk dapat memanfaatkan secara maksimal *platform* pembelajaran digital interaktif. Pemanfaatan teknologi tersebut dapat menyelaraskan pembelajaran sehingga menjadi lebih *meaningful*, *mindful* dan *joyful*. Serta dapat memberikan umpan balik yang efektif dari konsep-konsep dasar pembelajaran kimia yang krusial.

## 4. SIMPULAN

Implementasi pendekatan *deep learning* dalam Kurikulum Merdeka pada pembelajaran kimia, merupakan transformasi fundamental yang tidak hanya mengembangkan aspek kognitif tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*), tetapi juga membangun kesadaran spiritual dan sosial siswa. Melalui integrasi tiga pilar utama yakni *Mindful*, *Meaningful* dan *Joyful Learning*, yang mencakup aspek memahami, mengaplikasikan dan merefleksikan, menjadikan proses pembelajaran mampu menjembatani kesenjangan antara teori simbolik dan fenomena nyata, serta mengatasi isolasi konsep. Keberhasilan pendekatan ini sangat tergantung pada sinergi antara guru sebagai fasilitator dan dukungan manajerial sekolah. Meskipun dihadapkan pada tantangan keterbatasan waktu dan kepadatan konten materi, menuntut guru dalam menguasai *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) serta pemanfaatan teknologi digital. Indikator keberhasilan terlihat pada kemampuan siswa mencapai tahap refleksi dengan mengaitkan konsep kimia pada isu global, sehingga penerapan *deep learning* sebagai budaya sekolah berkontribusi membentuk siswa yang analitis, adaptif, dan siap menghadapi tantangan masa depan.

## 5. REFERENSI

Ansori, A. H., & Heriansyah, M. A. F. (2025). Transformasi Pembelajaran Abad ke-21: Sinergi Proyek Kontekstual dan Penilaian Autentik Mewujudkan Deep Learning. Kuningan. CV. Goresan Pena.

- Anwar, M., & Sodik, H. (2025). Kerangka Konseptual Deep Learning (Deep Learning) dan Implementasinya dalam Pendidikan di Indonesia. *Tafhim Al'Ilmi*, 17(01), 69-95.
- Fatihah, H., Izzah, I., Nugraha, D. M., & Melinda, C. (2025). Pendekatan Pembelajaran Deep Learning: Sebuah Kajian Literatur Pembelajaran Meaningful, Joyful dan Mindful. *Sosio Religi: Jurnal Kajian Pendidikan Umum*, 23(2), 17-24.
- Fatihah, W. (2024). Pemanfaatan Keramik Lantai Sekolah Sebagai Media Belajar Berbasis Games pada Materi Konfigurasi Elektron. *Ar-Razi Jurnal Ilmiah*, 12(2), 47-54.
- Gunawan, G., Harjono, A., Kosim, K., Zainuri, B. N. S., & Qothrunnada, Q. (2025). Multimodal Approaches in Problem-Based, Project-Based, And Inquiry-Based Learning Models in Science Education: A Systematic Literature Review. *Indonesian Journal of STEM Education*, 7(1), 1-17.
- Handayani, R., Noor, I. G., & Dewi, R. S. (2024). Peran Pendidikan Karakter Peduli Lingkungan di Sekolah dalam Membentuk Generasi Cerdas dan Bertanggung Jawab terhadap Kelestarian Alam. *Ainara Journal (Jurnal Penelitian dan PKM Bidang Ilmu Pendidikan)*, 5(3), 372-377.
- Hastuti, S., Ansar, A., & Hermawan, N. (2025). Penerapan Teknologi Deep Learning Dalam Pendidikan Digital. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan Indonesia*, 4(2), 359-365.
- Jayatri, S. N., & Safitri, D. (2025). Tantangan dan Peluang Penggunaan Deep Learning dalam Pembelajaran IPS di Era Digital. *Jurnal Sosial Dan Humaniora*, 2(4), 30-34.
- Kosasih, A., Hyangsewu, P., Faqihuddin, A., Fakhruddin, A., Sartika, R., Nasrudin, E., & Fikri, M. (2025). Strategi Peningkatan Literasi Deep Learning bagi Guru dalam Melaksanakan Pembelajaran di Abad 21 melalui Kegiatan Pelatihan. *Jurnal Publikasi Pendidikan*, 15, 652-661.
- Kurniawan, R. G. (2025). Pembelajaran Diferensiasi Berbasis Deep Learning: Strategi Mindful, Meaningful, Dan Joyful Learning. Bangumas. CV Lutfi Gilang.
- Maelasari, N., & Lusiana, L. (2025). Efektivitas Deep Learning Dalam Pembelajaran: Sebuah Kajian Systematic Literature Review (SLR). *Jurnal Education and Development*, 13(1), 298-305.
- Muchson, M., Anas, M., & Forijati, R. (2025, July). Implementasi Deep Learning untuk Meningkatkan Mutu Pendidikan di Indonesia: Tantangan dan Strategi. In *Prosiding SEMDIKJAR (Seminar Nasional Pendidikan dan Pembelajaran)* Vol. 8, pp. 199-212.
- Mujtahid, M., Assidiqi, A. H., & Sadiyah, D. (2025). Implementasi Deep Learning (Deep Learning) di Sekolah Dasar Sebagai Penguatan Kurikulum Merdeka. *Jurnal Ilmu Pendidikan Guru Sekolah Dasar Dan Usia Dini*, 2(2), 31-37.
- Mulia, J. R., Nasution, B., Asmendri, A., & Sari, M. (2023). Peranan Kurikulum dalam Mencapai Tujuan Pendidikan. *ElIdare: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 9(2), 34-40.
- Nabila, S. M., Septiani, M., Fitriani, F., & Asrin, A. (2025). Pendekatan Deep Learning untuk Pembelajaran IPA yang Bermakna di Sekolah Dasar. *Primera Educatia Mandalika: Elementary Education Journal*, 2(1), 9-20.
- Nadawina, N., Jaya, A., Ramadhanti, D., Imronudin, I., Fatchiatuzahro, F., Halim, A., & Jati, G. P. R. S. (2025). Penerapan Pembelajaran Deep Learning Dalam Pendidikan di Indonesia. Yogyakarta. Star Digital Publishing.
- Permanasari, A. (2024). Merdeka Belajar Dalam Konteks Pendidikan Sains. *Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 11(4), 01-27
- Putri, D. D., Enawaty, E., & Sahputra, R. (2023). Pengaruh Strategi Pembelajaran Joyful Learning berbantuan Permainan ROCO Terhadap Minat dan Hasil Belajar Siswa

- EduChem*, 4(2), 12-22.
- Rahmawati, Y., Mu'ti, A., Suyanto, S., & Herianingtyas, N. L. R. (2025). Deep learning: Transformasi Pembelajaran Menuju Pendidikan Bermutu. *Jurnal Penelitian Kebijakan Pendidikan*, 18(1), 01-15
- Sandika, N. A., Basit, A., Putra, R. J., Nufrizal, A., Putra, B. A., Gunawan, R. G., ... & Utami, R. J. (2025). *Deep Learning dalam Pendidikan Tinggi: Strategi, Metode, dan Implementasi*. Sukoharjo. CV. Pradina Pustaka.
- Syafi'i, A. (2025). Pendekatan Pembelajaran Berbasis Deep Learning: Mindful Learning, Meaningful Learning, Dan Joyful Learning. *Al-Mumtaz: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 2(1), 45-57.
- Syayidah, L. N., & Sodik, M. (2025). Konsep Kurikulum Deep Learning Sebagai Pilar Strategi Pendidikan Islam. *Prophetik: Jurnal Kajian Keislaman*, 3(1), 34-52.
- Wahyu, W., Kusrijadi, A., Suryatna, A., & Oktiani, R. (2024). Integrasi ESD dalam Pembelajaran Green Chemistry Menggunakan Model CREATE Berbasis Deep Learning untuk Mengembangkan Multiple Creativity Siswa SMA. *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia*, 13(2), 149-162.
- Wicaksono, A. G. (2022). Johnstone's Levels of Representation in Science Learning. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pembelajaran Sains*, 8(1), 19-26.
- Widagdo, T. B. (2024). Pandangan Konseptual Pendekatan Mendalam Menuju "Transformasi Pendidikan". *Jurnal Cerdik: Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 4(1), 83-107.
- Wijaya, M. (2025). Kurikulum Deep Learning di Indonesia: Sebuah Harapan Baru. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Scholastic*, 9(1), 10-15.
- Yetti, R. (2025). Penerapan Deep Learning dalam Pembelajaran. *Journal Study Islamic Education Management (JSIEM)*, 1(1), 19-34.
- Yovanie, F. (2024). Learning Chemical Bonds in Terms of Identifying Difficulties, Misconceptions, Learning Media, and Learning Models: A Systematic Literature Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(6), 292-303.