



## Penerapan Deep Learning Berbasis STEAM pada Pokok Bahasan Polimer

### *Implementation of STEAM-Based Deep Learning on Polymer Topics*

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* berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) semakin banyak diterapkan dalam pembelajaran Kimia untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan praktis siswa. Tujuan penelitian adalah penerapan pendekatan *Deep Learning* berbasis STEAM khususnya pada pokok bahasan Polimer sehingga dapat mengeksplorasi kemampuan siswa terutama dalam meningkatkan konsep dan menghasilkan karya yang bernilai seni. Metode penelitian menggunakan penilaian kualitatif deskriptif dari data observasi, evaluasi hasil belajar dan penilaian produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata hasil observasi 87 (baik), rata-rata evaluasi pemahaman konsep 80 (baik) dan rata-rata nilai produk yang dihasilkan 93 (sangat baik). Refleksi pembelajaran menunjukkan lebih dari 85% siswa menjawab sangat setuju dan setuju dengan pendekatan pembelajaran yang telah dilaksanakan. Dengan demikian terjadi peningkatan profil lulusan berupa keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaboratif dan komunikatif. Sehingga dapat mengembangkan kemampuan kognitif (olah pikir), menghargai pendapat orang lain dalam berkolaborasi (olah hati), mengembangkan kepekaan estetika (olah rasa), serta meningkatkan aktivitas anggota tubuh (olahraga).

#### ABSTRACT

The STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) based *deep learning* approach is increasingly applied in Chemistry learning to improve students' conceptual understanding and practical skills. The purpose of this study is to apply the STEAM-based *Deep Learning* approach, especially in the Polymer topic, so that it can explore students' abilities, especially in improving concepts and producing works of artistic value. The research method uses descriptive qualitative assessment of observation data, evaluation of learning outcomes and product assessment. The results of the study showed that the average observation result was 87 (good), the average

#### Info artikel:

Diterima: 11 Januari 2025

Direvisi: 14 Februari 2025

Disetujui: 3 Maret 2025

Terpublikasi *online*: 29 Maret 2025

Tanggal publikasi: 1 April 2025

#### Kata Kunci:

Deep learning,  
Polimer,  
STEAM.

#### Key Words:

Deep learning,  
Polymer,  
STEAM

---

evaluation of conceptual understanding was 80 (good) and the average value of the product produced was 93 (very good). Learning reflection showed that more than 85% of students answered very agreed and agreed with the learning approach that had been implemented. Thus, there was an increase in the profile of graduates in the form of critical thinking skills, creativity, collaboration and communication. So that it can develop cognitive abilities (thinking), respect other people's opinions in collaborating (heart), develop aesthetic sensitivity (feeling), and increase body activity (sports).

---

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan pembelajaran di era digital menuntut pendekatan pembelajaran yang lebih bermakna dan kontekstual. Pembelajaran yang bermakna adalah pembelajaran yang tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga mengaitkan materi pelajaran dengan pengalaman nyata dan relevan (Ramadhan & Hindun, 2023). Kontekstualisasi memungkinkan siswa untuk memahami dan mengaplikasikan pengetahuan yang diperoleh dalam situasi yang berbeda, sehingga mereka lebih siap menghadapi kompleksitas dan tantangan. Salah satu yang dapat dilakukan oleh guru adalah menginovasi strategi pembelajaran agar hasil yang diperoleh dapat lebih maksimal.

*Deep learning* merupakan salah satu pendekatan dalam proses pembelajaran. *Deep learning* hadir sebagai pendekatan yang menekankan pada keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) dan penerapannya dalam konteks dunia nyata (*real life*) Konsep *deep learning* adalah pendekatan yang mengkorelasikan pengalaman belajar dari memahami, mengaplikasikan sampai merefleksikan dalam suatu rangkaian proses pembelajaran. Menurut Haryanti (2024) *deep learning* sebagai pendekatan pembelajaran yang menekankan penguasaan konsep secara mendalam, melampaui sekadar kemampuan menghafal atau mengenali fakta secara cepat. *Science* (Sains), *Technology* (Teknologi), *Engineering* (teknik), *Art* (Seni) dan *Mathematics* (Matematika) atau STEAM adalah pengembangan dari pendekatan pembelajaran dengan menambahkan *Art* (Seni) kedalam STEM yang sudah menjadi jargon sebelumnya. STEAM dapat didesain dengan semua tingkatan ataupun gaya mengajar. Desain tersebut terdiri dari tiga komponen utama, yaitu mengenali masalah, bertindak secara kreatif dalam mencari solusi serta mengembangkan ekspresi dan simpati (Khoir, 2021).

Penerapan berbagai pendekatan proses pembelajaran perlu dilakukan dalam pokok bahasan pelajaran. Polimer adalah salah satu pokok bahasan yang diajarkan pada mata pelajaran kimia. Pada kurikulum Merdeka di SMA, pokok bahasan polimer diajarkan pada kelas XII semester Genap. Pembahasan Polimer cukup kompleks, dimana terdapat pemahaman berbagai jenis konsep yang abstrak disertai nama, struktur, sifat senyawa dan persamaan reaksi kimia dari yang mikro sampai ke makro (Octavia, 2018). Hal ini membuat banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami pokok bahasan tersebut. Oleh karena itu penting bagi guru untuk mencari solusi yang efektif agar siswa dapat memahami pokok bahasan tersebut.

Penerapan *deep learning* berbasis STEAM dalam proses pembelajaran, khususnya pada pokok bahasan polimer diharapkan dapat menjadikan siswa peka terhadap permasalahan dan mampu mendesain berbagai bentuk pemecahan masalah menggunakan langkah-langkah saintifik. Tujuan penelitian adalah penerapan pendekatan *Deep Learning* Berbasis STEAM khususnya pada Pokok Bahasan Polimer sehingga dapat mengeksplorasi kemampuan siswa terutama dalam meningkatkan hasil belajar dan menghasilkan karya yang bernilai seni.

## 2. METODOLOGI

Penelitian dilakukan di SMAN 4 Kota Cilegon tahun ajaran 2024-2025 di kelas XII-1 sebanyak 30 siswa, kelas XII-2 sebanyak 33 siswa, dan kelas XII-7 sebanyak 32 siswa. Pelaksanaan dilakukan pada semester genap bulan Februari 2025 saat pembahasan materi Polimer. Proses pembelajaran menggunakan pendekatan *deep learning* berbasis STEAM melalui beberapa proses pengalaman belajarnya.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dari data yang diperoleh. Kegiatan terdiri dari tiga tahap utama, yakni perencanaan, pelaksanaan dan evaluasi. Tahap perencanaan terdiri dari kegiatan literasi guna mengumpulkan informasi tentang prinsip ecoprint dan shibori yang didapat melalui buku cetak ataupun berselancar di internet. Selanjutnya mendiskusikannya dan perencanaan pada kegiatan berikutnya. Pada tahap pelaksanaan anggota kelas dibagi menjadi enam kelompok, yang terdiri dari tiga kelompok ecoprint dan tiga kelompok shibori. Selama proses pelaksanaan setiap kelompok harus mengamati, menganalisis dan membuat video sebagai laporan kegiatan. Sedangkan pada tahap evaluasi adalah penilaian, evaluasi dan refleksi dari seluruh rangkaian kegiatan yang telah dilaksanakan.

Pengolahan data dilakukan dari hasil observasi guru berupa penilaian karakter selama proses pembelajaran, evaluasi pemahaman konsep, dan hasil refleksi kegiatan yang telah dilaksanakan. Pengolahan data dilakukan secara kualitatif berupa hasil deskripsi yang dikorelasikan dari hasil penelitian terkait untuk diambil kesimpulannya. Kriteria penilaian ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1. Kriteria penilaian (Anugraheni, 2018)

Nilai Rata	Kriteria
$90 < X < 100$	Baik Sekali
$80 < X < 89$	Baik
$70 < X < 79$	Cukup
$X < 69$	Kurang

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Deep Learning

*Deep learning* pertama kali diperkenalkan oleh Marton Dan Saljo tahun 1976. Pendekatan ini menekankan pada pemahaman bermakna dalam hal hubungan antar konsep secara komprehensif. (Wijaya, et al 2025). Hal ini dilakukan dengan pengalaman belajar secara menyeluruh, dimana siswa tidak hanya terlibat secara kognitif, tapi juga secara emosional sehingga dapat memahami konten pelajaran dengan kemampuan dalam memecahkan masalah.

Urgensi *deep learning* semakin meningkat dengan tuntutan pembelajaran abad 21. Menurut Astuti (2024), memperluas konsep *deep learning* dengan menekankan kompetensi inti, yakni 6C yang terdiri dari *Character, Citizenship, Collaboration, Communication, Creativity*, dan *Critical Thinking*. Sedangkan dimensi profil lulusan yang diharapkan dari pendekatan *deep learning* menurut Pusat Kurikulum dan Pembelajaran (Puskurjar) adalah keimanan dan ketakwaan terhadap Tuhan YME, Kewargaan, penalaran kritis, kreatifitas, kolaborasi, kemandirian, kesehatan dan komunikasi.

Prinsip pendekatan *deep learning* yang mengedepankan berkesadaran (*mindful*), bermakna (*meaningful*), dan menggembirakan (*joyful*) sejalan dengan implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pada pembelajaran berpusat pada siswa (*student center*) dan pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*). Konsep berkesadaran (*mindful*) menanamkan kesadaran tentang sejauh mana pentingnya pokok bahasan yang akan dibahas. Mencakup kesadaran metakognitif yang bukan hanya memfokuskan pada materi pelajaran, tapi dapat meregulasi diri sehingga termotivasi secara intrinsik untuk belajar serta aktif mengembangkan strategi belajar agar dapat mencapai tujuan belajar. Diputera *et al* (2024,) menekankan bahwa berkesadaran (*mindful*) mendorong siswa untuk menjadi pembelajar yang sadar dan reflektif.

Pembelajaran bermakna (*meaningful*) menjadi fondasi penting dalam *deep learning*, karena melibatkan berbagai strategis pedagogis sehingga dapat mengeksplorasi materi secara konseptual dengan pengalaman kontekstual secara riil dalam kehidupan nyata. *Meaningful* menjadikan siswa dapat mengaplikasikan konten pelajaran, menghubungkan fenomena baru dengan pengetahuan yang sudah ada, serta mampu menerapkan konsep dalam konteks yang berbeda. (Wijaya, *et al*, 2025). Sedangkan pembelajaran yang menggembirakan (*joyful*) dapat menciptakan atmosfir menyenangkan dengan tidak mengurangi urgensi pembelajaran. *Joyful learning* memperhatikan aspek psikologis dan emosional, meningkatkan kenyamanan lingkungan belajar, sehingga dapat memberikan rasa senang agar siswa lebih mudah memahami, mengingat, dan menerapkan pengetahuan.

Aplikasi *deep learning* dilakukan dalam pengalaman belajar yang terdiri dari tiga tahap yakni memahami, mengaplikasikan dan merefleksikan (Herliani, 2025) Tahap memahami adalah tahap awal peserta didik untuk aktif mengkonstruksi pengetahuan agar dapat memahami secara mendalam konsep atau materi dari berbagai sumber dan konteks. Pengetahuan pada fase ini terdiri dari pengetahuan esensial (*foundational knowledge*), pengetahuan aplikatif (*applied knowledge*), dan pengetahuan nilai dan karakter (*humanistic knowledge*). Mengaplikasikan adalah pengalaman belajar yang menunjukkan aktivitas peserta didik mengaplikasikan pengetahuan dalam kehidupan secara kontekstual. Pengetahuan yang diperoleh oleh peserta didik melalui pendalaman pengetahuan (*extending knowledge*). Sedangkan merefleksikan adalah proses di mana peserta didik mengevaluasi dan memaknai proses serta hasil dari tindakan atau praktik nyata yang telah mereka lakukan. Tahap refleksi melibatkan regulasi diri (*self regulation*) sebagai kemampuan individu untuk mengelola proses belajarnya secara mandiri, dan evaluasi terhadap cara belajar mereka.

### 3.2. STEAM

*Science* (Sains), *Technology* (Teknologi), *Engineering* (teknik), dan *Mathematics* (Matematika) atau STEM diluncurkan oleh National Science Foundation AS pada tahun 1990-an sebagai tema gerakan reformasi pendidikan dalam keempat bidang disiplin tersebut untuk tumbuh dan meningkatkan daya saing global angkatan kerja dalam inovasi iptek. Sebagai komponen utama sains adalah kajian tentang fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran, sebagai wahana untuk menjelaskan secara obyektif alam yang selalu berubah. Menurut Firman (2018), teknologi adalah tentang inovasi-inovasi manusia yang digunakan untuk memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia, sehingga membuat kehidupan lebih baik, aman dan nyaman. Enjiniring adalah pengetahuan dan keterampilan untuk memperoleh dan mengaplikasikan pengetahuan ilmiah serta praktis

untuk mendesain dan mengkonstruksi mesin, peralatan, sistem, material, dan proses yang bermanfaat bagi manusia secara ekonomis dan ramah lingkungan. Matematika adalah ilmu tentang pola-pola atau hubungan-hubungan, yang menyediakan bahasa terstruktur bagi teknologi, sains, dan enjiniring. Penambahan *Art* (seni) dinilai diperlukan untuk membuat objek, perangkat dan layanan yang lebih menarik, lebih efisien, lebih diinginkan, dan pada akhirnya, bermanfaat bagi manusia. Sehingga pada perkembangannya STEM berkembang menjadi STEAM.

Pendidikan berbasis STEAM memberikan peluang bagi guru untuk melibatkan siswa dalam penerapan konsep, prinsip, dan teknik dari sains, teknologi, enjinering, seni dan matematika yang digunakan secara terintegrasi dalam pengembangan produk, proses, dan sistem sehingga dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari (Khoir, 2021). Hal ini memberikan dampak positif kepada siswa untuk lebih berpikir kreatif, kritis, berkomunikasi, berkolaborasi, mandiri serta humanis dalam belajar memecahkan masalah dalam kehidupan nyata dengan menggunakan alat teknologi serta informasi melalui strategi belajar yang inovatif.

Menurut Nurhayati, et al (2023), pembelajaran berbasis STEAM menjadikan siswa turut aktif dengan berpartisipasi langsung dan membangun proses pemikiran dalam tindakan nyata pada kegiatan proyek sehingga pembelajaran lebih bermakna dan mendalam. Suryaningsih & Nisa (2021), menyatakan bahwa STEAM memiliki pandangan yang berfokus pada beberapa prinsip, yaitu: interdisipliner, kreativitas, pembelajaran faktual dan pemikiran yang berpusat pada proyek. Sehingga mengintegrasikan STEAM dalam *deep learning* dapat menyelesaikan proyek pembelajaran yang sangat relevan dalam kehidupan sehari-hari.

### 3.3. Penerapan *Deep Learning* berbasis STEAM pada Materi Polimer

Polimer adalah makro molekul yang tersusun dari monomer-monomernya. Polimer banyak terdapat di alam dan sangat membantu dalam kehidupan manusia. Berdasarkan asalnya, polimer dibagi menjadi polimer alami dan polimer sintesis (buatan). Polimer alami berasal dari makhluk hidup dan polimer sintesis adalah hasil rekayasa manusia. Polimer-polimer tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing (Yuliani, et al, 2022).

Pembahasan polimer cukup kompleks dan abstrak, sehingga penerapan *deep learning* berbasis STEAM sangat tepat digunakan dalam membahas pokok bahasan tersebut. Langkah awal adalah mengelompokkan siswa menjadi enam kelompok dalam setiap kelasnya. Dimana kelompok satu sampai tiga membahas ecoprint sebagai contoh polimer alami dan kelompok empat sampai enam membahas shibori sebagai contoh polimer sintesis.

Prinsip awal *deep learning* adalah "memahami". Siswa diminta mengumpulkan informasi dengan berliterasi baik media cetak maupun elektronik guna mengkontruksikan pengetahuan esensial yang harus dimiliki. Proses kegiatan memerlukan komunikasi dan kolaborasi aktif dalam kegiatan diskusi dengan anggota kelompok. Elaborasi dalam STEAM adalah menggali pengetahuan Sain dan penggunaan teknologi guna menghasilkan informasi-informasi esensial.

Kegiatan berikutnya adalah "mengaplikasikan". Siswa mengaplikasikan informasi yang telah didapatkan dalam kehidupan nyata. Kelompok yang membahas polimer alami melakukan tugas proyek dengan membuat ecoprint. Ecoprint adalah teknik membatik menggunakan zat warna alami yang berasal dari tumbuhan (Andayani, et al, 2022). Tanin adalah polimer alami yang berasal dari bunga, daun batang tanaman yang dapat digunakan

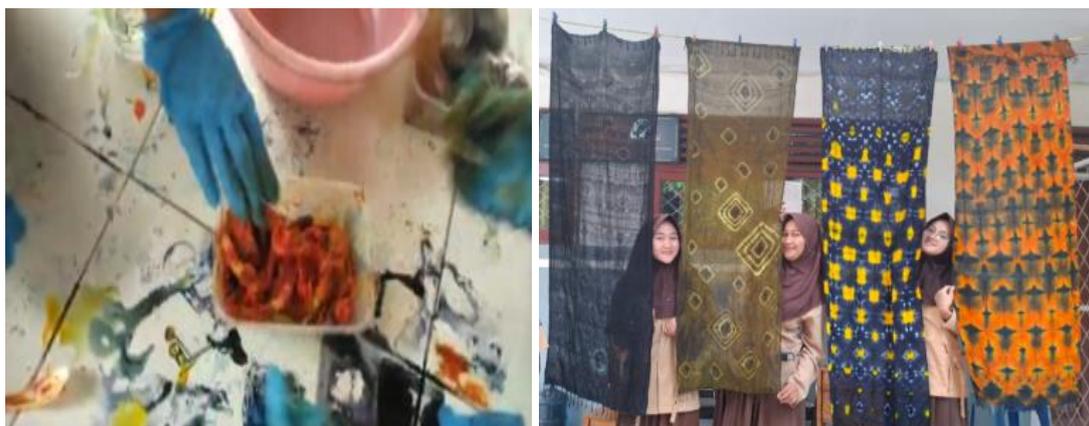
sebagai zat warna alami pada teknik membatik ecoprint. Pembuatan batik shibori adalah tugas kelompok yang membahas polimer sintesis. Pewarna *remazol* adalah salah satu polimer sintesis yang digunakan sebagai zat warna dalam teknik shibori (Mustari, et al, 2024).

Berpikir kritis dan kreatif sangat diperlukan guna menghasilkan produk yang bermutu dan bernilai seni tinggi (Inayaha, 2017). Elaborasi dalam STEAM adalah siswa mampu meningkatkan kemampuan enjinerig dan matematika dalam memadukan komposisi warna guna menghasilkan warna yang maksimal dalam hasil karya yang indah.



Gambar 1. Proses Pembuatan dan Hasil *Ecoprint*

Kegiatan diakhiri dengan "merefleksikan" dari semua kegiatan yang telah dilakukan. Refleksi perlu dilakukan guna mengkaji kegiatan yang telah dilakukan dan sebagai bahan evaluasi dan rencana tindak lanjut (Rahmatillah, dkk, 2024). Beberapa tindakan refleksi yang dilakukan adalah evaluasi hasil pembelajaran, evaluasi produk yang dihasilkan dan penilaian kinerja.



Gambar 2. Proses Pembuatan dan Hasil *Shibori*

### 3.4. Deskripsi Data

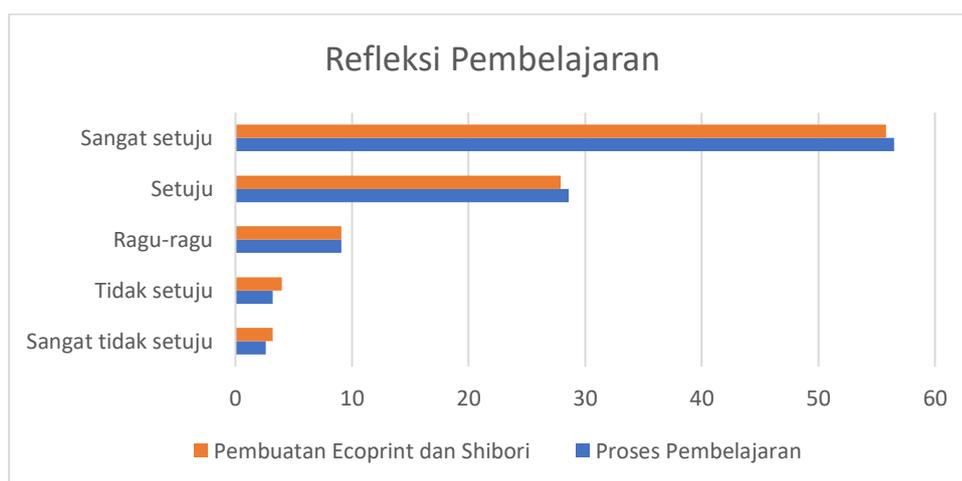
Data diolah dari hasil observasi guru selama proses pembelajaran, evaluasi hasil pembelajaran, penilaian produk, dan refleksi hasil pembelajaran. Hasil penilaian

menunjukkan bahwa pendekatan *deep learning* berbasis STEAM dapat menghasilkan karakter 4C (*Critical thinking, Creative thinking, Communication and Collaboration*) yang baik, evaluasi hasil pembelajaran semakin meningkat, serta produk yang dihasilkan sangat baik. Hal ini disebabkan pada kegiatan tersebut terjadi kolaborasi dan komunikasi yang baik dalam kelompok maupun antar kelompok, sehingga menghasilkan daya kreativitas yang lebih tinggi. Pembelajaran bukan hanya berorientasi pada penguasaan materi, tetapi juga pembekalan kepada siswa agar memiliki *life skills*, (Nurhayati et al., 2024).

**Tabel 2.** Hasil Penilaian Observasi dan Evaluasi Pembelajaran

Kelas	Rata-rata Nilai Observasi	Keterangan	Rata-rata Nilai Evaluasi	Keterangan	Rata-rata Nilai Produk	Keterangan
XII-1	88	Baik	83	Baik	94	Sangat baik
XII-2	86	Baik	80	Baik	92	Sangat baik
XII-7	88	Baik	78	Cukup	92	Sangat baik
Rata-rata	87	Baik	80	Baik	93	Sangat baik

Penilaian produk dilakukan oleh beberapa guru guna mendapatkan penilaian yang lebih objektif, mendapatkan masukan dari produk yang dihasilkan sebagai evaluasi dimasa yang akan datang. Secara deskriptif produk yang dihasilkan menghasilkan nilai Art yang sangat baik, sehingga produk yang dihasilkan layak digunakan dalam kehidupan sehari-hari.



**Gambar 3.** Hasil Refleksi Pembelajaran

Hasil refleksi menunjukkan bahwa lebih dari 85% siswa sangat setuju dan setuju dalam proses pembelajaran yang mengaplikasikan pendekatan *deep learning* berbasis STEAM. Hal ini disebabkan karena pembelajaran bukan sebatas teoritik yang membuat kegiatan siswa menjadi pasif, namun dapat mengaktifkan beberapa profil lulusan seperti kreatifitas, kolaborasi, berpikir kritis dan komunikatif (Subarkah, et al, 2020). Hal ini selaras dengan hasil penelitian

Andiwatir & Talan (2021), yang menyatakan bahwa kegiatan yang melibatkan siswa secara aktif selama proses pembelajaran akan memberikan efek baik bagi perkembangan dan peningkatan hasil belajar.

#### 4. SIMPULAN

*Deep learning* dapat meningkatkan pemahaman konsep materi pelajaran dan penanaman karakter. Selain itu penerapan pendekatan *deep learning* berbasis STEAM dapat memperkaya pengalaman belajar karena pembelajaran lebih kontekstual, bermakna dan relevan yang dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Hasilnya secara keseluruhan penerapan *deep learning* berbasis STEAM dapat mengembangkan kemampuan kognitif (olah pikir), menghargai pendapat orang lain dalam berkolaborasi (olah hati), mengembangkan kepekaan estetika (olah rasa), serta meningkatkan aktivitas anggota tubuh (olahraga).

#### 5. REFERENSI

- Andayani, S., Dami, S., & ES, Y. R. (2022). Pelatihan Pembuatan Ecoprint Menggunakan Teknik Steam Di Hadimulyo Timur. *SINAR SANG SURYA: Jurnal Pusat Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 31-40.
- Andiwatir, A., Nay, F. A., & Talan, R. (2021). Model Pembelajaran SCL (Student Center Learning) pada Siswa Lamban Belajar (Slow Learner) Sekolah Menengah Pertama. *PEMBELAJAR: Jurnal Ilmu Pendidikan, Keguruan, Dan Pembelajaran*, 5(02), 117-122.
- Anugraheni, I. (2018). Pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis pendidikan karakter kreatif di sekolah dasar. *Refleksi Edukatika: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 8(2).
- Astuti, M. L. (2024). The Role of 6C Skills in 21st Century Learning of Elementary School Students. *DIDAKTIKA: Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar*, 7(2), 154-161
- Diputera, A. M., Zulpan, Eza G. N. 2024. Memahami Konsep Pendekatan Deep Learning dalam Pembelajaran Anak Usia Dini Yang Meaningful, Mindful dan Joyful: Kajian Melalui Filsafat Pendidikan. *Bunga Rampai Usia Emas*. 4(2). 108-120
- Firman, H. (2018). Penerapan Pembelajaran Berbasis STEM untuk Materi Penanggulangan Limbah Polimer. UPI, Seminar Nasional, 1 - 8.
- Hariyanti, M. (2024). Deep Learning pada Pembelajaran “Engkong Banjit”: Best Practice dari P5RA MIN2 Banjit, Way Kanan. (2024). *Sinergi Aksi Inovasi Budaya Menulis Inspiratif*, 2(2), 90-101
- Herliani, Y. (2025). Penerapan Strategi Pembelajaran Kontekstual Berbasis Deep Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Siswa SMK Profita Kota Bandung dalam Menganalisis Teks Negosiasi. *SABER: Jurnal Teknik Informatika, Sains dan Ilmu Komunikasi*, 3(1), 273-282.
- Inayaha, S. (2017). Penerapan Projek Based Learning untuk Mengembangkan Life Skill dan Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas XII-4MAN Tuban TP 2026/2027 pada Konsep Polimer. *Jurnal Pembelajaran Kimia OJS*, 2(2).
- Khoir, A. K. (2021). Penggunaan Media Beruang Antik Berbasis STEAM pada Materi Bangun Ruang Siswa Sekolah Dasar. *Edudikara: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(3).
- Nurhayati, N., Sulastry, T., & Aulia, A. (2023). Pengembangan E-Modul Asam Basa Model Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi Science, Technology, Engineering, Art, And Mathematics (STEAM) pada Peserta Didik SMKN 9 Bulukumba. *Chemistry Education*

- Review, Pendidikan Kimia PPs UNM*, 6(2), 127-133.
- Mustari, N. M., Nurhidayah, P., Arham, M., Febianti, N. V. D., Mangngssai, M. G., Akbar, A., & Muhitha, N. (2024). Pelatihan Pewarnaan Kain Menggunakan Teknik Shibori. *Cakra Jurnal Pengabdian*, 1(1), 10-13.
- Octavia, R. (2018). Pengembangan Sumber Belajar Berbasis Pembuatan Edible Film dari Pati Biji Durian pada Materi Polimer. *Konfigurasi: Jurnal Pendidikan Kimia dan Terapan*, 2(1), 56-63.
- Rahmatillah, R., Ibrahim, R., & Subhayni, S. (2024). Penerapan Refleksi Pembelajaran Bahasa Indonesia Di Smp Negeri 3 Banda Aceh. *Kande: Jurnal Ilmiah Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, 5(1), 155-164.
- Ramadhan, E. H., & Hindun, H. (2023). Penerapan model pembelajaran berbasis proyek untuk membantu siswa berpikir kreatif. *Protasis: Jurnal Bahasa, Sastra, Budaya, dan Pengajarannya*, 2(2), 43-54.
- Subarkah, C. Z., Astuti, D. D., Rahmatullah, S., & Suhartini, A. (2020). Peningkatan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Berbasis Nilai-Nilai Islam Menggunakan E-Module Polimer Sintetis Berbasis Green Chemistry. *Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam dan Sains*, 2, 279-284.
- Suryaningsih, S., & Nisa, F. A. (2021). Kontribusi STEAM project based learning dalam mengukur keterampilan proses sains dan berpikir kreatif siswa. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(6), 1097-1111.
- Wijaya, A. A., Haryati, T., & Wuryandini, E. (2025). Implementasi Pendekatan Deep Learning dalam Peningkatan Kualitas Pembelajaran di SDN 1 Wulung, Randublatung, Blora. *Indonesian Research Journal on Education*, 5(1), 451-457.
- Yuliani, G., Dianhar, H., Suhendar, A. (2022). Buku Siswa Kimia Kelas XII Kurikulum Merdeka. Jakarta: Pusat Perbukuan, Badan Standar Kurikulum dan Asesmen Pendidikan, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi.