ANUGERAH GURU INDONESIA (AGI) 2026

ECO DIGI STEM: IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN MENDALAM TERINTEGRASI STEM PADA ISU PENCEMARAN SUNGAI CIWALEN UNTUK MENINGKATKAN KOMPETENSI ABAD 21 SISWA SMPN 1 GARUT









Niko Oktarian, S.Pd
Guru IPA SMPN 1 Garut

IDENTITAS KARYA

Judul	:	ECO DIGI STEM: Implementasi Pembelajaran Mendalam Terintegrasi STEM pada Isu Pencemaran Sungai Ciwalen untuk Meningkatkan Kompetensi Abad 21 Siswa SMPN 1 Garut
Nama Lengkap	:	Niko Oktarian, S.Pd
Sekolah	:	SMPN 1 Garut
Surel/Email	:	nikooktarian30@guru.smp.belajar.id

DESKRIPSI KARYA

A. PENDAHULUAN

Pembelajaran Mendalam didefinisikan sebagai pendekatan yang memuliakan dengan menekankan pada penciptaan suasana belajar dan proses pembelajaran berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan melalui olah pikir, olah hati, olah rasa, dan olah raga secara holistik dan terpadu. Pembelajaran Mendalam (PM) dirancang sebagai pendekatan yang mampu menjawab tantangan pembelajaran dan kebutuhan pembelajaran abad ke-21. Pendekatan ini bertujuan untuk mendorong pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, penerapan pengetahuan dalam konteks dunia nyata, serta pembelajaran yang berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan. Penerapan PM pada setiap jenjang pendidikan perlu didukung oleh ekosistem pembelajaran yang kondusif, kemitraan pembelajaran yang luas dan bermakna, dan pemanfaatan teknologi digital yang efektif agar terwujud belajar penuh kesadaran dan perhatian, bermakna dan relevan, serta belajar dengan gembira, antusias dan semangat. (Kemendikdasmen., 2025).

Di jantung Kabupaten Garut, di mana denyut nadi ekonomi berpusat pada industri penyamakan kulit Sukaregang, tersembunyi sebuah ironi lingkungan yang memprihatinkan, Sungai Ciwalen tercemar akibat limbah industri dan buangan domestik rumah tangga. Jarak yang memisahkan sungai ini hanya sekitar 850 meter dengan SMPN 1 Garut merupakan sebuah panggilan moral. Ini adalah kesempatan bagi sekolah untuk mentransformasi masalah lingkungan lokal menjadi katalis proses pendidikan, terutama mengingat dampak pencemaran dari akumulasi zat berbahaya seperti Kromium di ekosistem sungai.

B. ISI

1. SITUASI

Kabupaten Garut merupakan daerah yang terkenal sebagai penghasil produk kulit terkemuka di Indonesia. Salah satu dampak yang ditimbulkan dari industri kerajinan kulit ini adalah adanya limbah. Limbah yang dihasilkan dari industri kulit mengandung kromium sulfat (sekitar 60 – 70%) yang tidak dapat terserap secara keseluruhan oleh kulit sehingga berubah menjadi limbah cair (Zaenab, 2018).

Sungai Ciwalen merupakan salah satu Sungai di Garut yang telah tercemar oleh limbah penyamakan kulit juga limbah domestik masyarakat (Kristianti & Lida, 2023). Sungai ini berjarak sekitar 850 meter dari SMPN 1 Garut, sehingga memiliki tanggung jawab moral dan edukatif terhadap peserta didiknya.

Menghadapi tantangan pendidikan di era abad ke-21, siswa harus memahami dan menguasai dinamika global, seperti *critical thinking, creativity, communication, collaboration, character, dan citizenship* atau yang lebih dikenal dengan istilah 6 Kompetensi Global yang menjadi kompetensi dalam pembelajaran mendalam.

Untuk menjembatani jurang pemisah ini, saya mencoba menerapkan inovasi pembelajaran bernama ECO DIGI STEM. Inovasi ini mengintegrasikan kerangka Pembelajaran Mendalam yang mengutamakan nilai *Mindful* (berkesadaran), *Meaningful* (bermakna), dan *Joyful* (menggembirakan) dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*).

Alasan mengapa praktik baik ini penting untuk diterapkan, yaitu:

1) Pembelajaran Otentik dan Bermakna: Memanfaatkan masalah Sungai Ciwalen sebagai konteks utama pembelajaran mengubah isu abstrak menjadi realitas yang dapat disentuh dan dialami siswa.
2) Pengembangan Holistik 6 Kompetensi Global: Penerapan praktik ini adalah katalis efektif untuk mengasah kompetensi abad ke-21 siswa secara terpadu.

Dalam praktik baik ini saya berperan sebagai Fasilitator, Desainer Pembelajaran, dan Jembatan Komunitas. Secara lengkap peran saya sebagai fasilitator dengan mengintegrasikan Isu Lingkungan Sungai Ciwalen menjadi kasus studi utama dan objek advokasi, mendorong kemampuan berfikir kritis dan memfasilitasi kolaborasi yang efektif.

2. TANTANGAN

Tantangan yang dihadapi dalam proses pembelajaran ini adalah merancang aktivitas siswa keluar dari zona nyaman akademik dan mengembangkan kompetensi 6C secara terintegrasi. Secara rinci, tantangan yang dihadapi antara lain:

1) Tantangan Berpikir Kritis (IPA & IPS).
   Siswa harus mampu menghubungkan data ilmiah (kualitas air) dengan data sosial (perilaku dan kebijakan masyarakat) untuk menemukan akar masalah yang sesungguhnya.
2) Tantangan Kreativitas dan Kolaborasi.
   Kolaborasi yang intens dan Kreativitas dalam memanfaatkan sumber daya menjadi prototipe yang berfungsi efektif dan efisien.
3) Tantangan Komunikasi dan Kewarganegaraan.
   Melatih siswa yang kurang Komunikatif untuk menyusun argumen persuasif dan presentasi formal di hadapan tokoh masyarakat, mewujudkan peran mereka sebagai Warga Negara yang bertanggung jawab.
4) Tantangan Karakter.
   Menumbuhkan Karakter (kepedulian, integritas, ketangguhan) melaksanakan proyek hingga tuntas, meskipun hasil yang tidak instan di lapangan.

Pihak-pihak yang terlibat pada pelaksanaan pembelajaran ini antara lain:

1) Kepala Sekolah sebagai pimpinan yang memberikan ijin dan arahan dalam pelaksanaan pembelajaran Inkuiri Kolaboratif.
2) Tim Guru: Niko Oktarian, S.Pd sebagai guru IPA; Karnata Adiwiria, S.Pd selaku guru IPS; Wana Nirwana, S.Pd selaku guru Bahasa Indonesia.
3) murid dan warga sekitar bantaran sungai Ciwalen sebagai subjek pelaku pembelajaran.

3. AKSI

Implementasi model ECO DIGI STEM di kelas dilakukan secara sistematis melalui tujuh tahapan yang membedakannya dari pembelajaran IPA secara konvensional:

1. E1 - *Explore Environmental Problems* (Mengidentifikasi Masalah)
   Pembelajaran diawali di dalam kelas sebagai ruang pra-pembelajaran. Guru menyajikan masalah berupa video dan foto kondisi Sungai Ciwalen yang tercemar

limbah penyamakan kulit. Siswa secara kolaboratif menganalisis dan mengidentifikasi masalah dari kasus tersebut. Tahap ini membangun empati dan kesadaran (mindful) awal siswa sekaligus membekali mereka dengan pemahaman prosedur keselamatan dan penggunaan APD (masker/sarung tangan) sebelum terjun ke lapangan pada pembelajaran berikutnya.

2. C - *Create Questions* (Merumuskan Pertanyaan)

   Masih dalam suasana diskusi kelas setelah mengidentifikasi masalah, siswa secara berkelompok merumuskan pertanyaan investigasi ilmiah. Pertanyaan kritis anak SMP yang muncul, seperti: "Bagaimana pengaruh aktivitas manusia terhadap keseimbangan ekosistem sungai?", "Bagaimana pengaruh limbah dan zat kimia terhadap kehidupan biota sungai?", dan "Bagaimana menyadarkan masyarakat agar tidak mengonsumsi air tersebut?"

3. O - *Organize Solutions* (Menyusun Alternatif Solusi)

   Siswa melakukan brainstorming kelompok untuk menggali berbagai alternatif solusi. Di sinilah peran guru masuk dengan memberikan batasan (*constraints*), zat kimia beracun seperti Kromium dari limbah kulit tidak akan hilang dengan filter fisik sederhana skala sekolah, ditambah lagi pembuatan alat fisik memerlukan biaya mahal. Sebagai gantinya, guru mengarahkan siswa pada alternatif solusi yang murah, adaptif terhadap kemampuan siswa, serta memanfaatkan kedekatan mereka dengan dunia media sosial.

   Solusi terbaik yang disepakati adalah bertransformasi menjadi ***"Ciwalen Green Campaigner"***. Siswa memilih melakukan advokasi publik melalui rekayasa informasi dan kampanye media sosial berbasis data ilmiah. Solusi ini tidak hanya mudah diterapkan oleh anak usia 12-13 tahun, tetapi juga melatih mereka untuk menggunakan gawai (smartphone) secara bertanggung jawab, mengubah peran mereka dari sekadar konsumen media sosial pasif menjadi produsen konten perubahan yang berdampak masif.

4. D - *Design Prototype* (Merancang Produk)

   Pada tahap ini, fokus rekayasa (*engineering*) siswa dibagi menjadi dua rancangan strategis secara simultan:

   - **Merancang Rencana Aksi Lapangan:** siswa secara kolaboratif merancang instrumen untuk kegiatan investigasi lapangan. Mereka membagi peran tim,

menyusun daftar parameter fisik sungai yang akan diuji (seperti pH, TDS, DHL, Kekeruhan, Suhu, warna dan bau), serta merekayasa draf pertanyaan wawancara sederhana untuk mengumpulkan informasi dari warga sekitar Sungai Ciwalen terkait dampak polusi yang mereka rasakan sehari-hari.

- **Merancang Produk Informasi:** Selain rencana aksi lapangan, siswa juga berfokus pada rekayasa produk digital. Mereka membuat *storyboard* (papan cerita), menyusun draf tata letak (*layout*) visual, serta memetakan struktur kalimat persuasif dan penempatan grafik data yang nantinya akan dieksekusi di platform Canva atau CapCut.

5. I_1 - *Investigate* (Menguji & Mengumpulkan Data)

   Siswa melakukan investigasi lapangan secara langsung dengan melakukan pendekatan sains dan sosial:

   - Investigasi sifat Fisik & Kimia Sungai: Menggunakan sampel air yang telah diambil langsung di beberapa titik Sungai Ciwalen dengan APD lengkap, siswa mengoperasikan perangkat teknologi digital seperti pH meter digital, TDS meter, atau alat uji kualitas air lainnya. Di sinilah unsur Sains dan Matematika masuk secara mendalam: siswa mengukur, menabulasi data kuantitatif, dan membandingkannya secara presisi dengan Standar Baku Mutu Air Bersih pemerintah untuk menemukan data empiris tingkat pencemaran.
   - Investigasi Sosial: Di saat yang sama, siswa yang lainnya menjalankan rencana aksi sosial dengan melakukan wawancara kepada warga yang tinggal di sepanjang aliran Sungai Ciwalen. Siswa mengumpulkan data kualitatif mengenai keluhan kesehatan, dampak ekonomi, serta perubahan kondisi lingkungan yang dirasakan warga akibat polusi limbah kulit tersebut.

6. G - *Generate Product* (Membuat Karya)

   Data hasil pengujian kualitas fisik air sungai dipadukan secara apik dengan data kualitatif hasil wawancara warga kemudian diolah ke dalam rancangan prototipe yang telah dibuat sebelumnya di platform Canva atau CapCut. Melalui proses rekayasa informasi ini, siswa memproduksi produk digital dengan pendekatan perspektif (Sains-Sosial), seperti:

- Infografis & Poster: Menyajikan data grafik parameter air dan perbandingannya dengan standar pemerintah, berdampingan dengan fakta sosial dampak polusi bagi warga.
- Video Pendek (TikTok/Reels IG): Menggabungkan visual kondisi nyata Sungai Ciwalen, visualisasi data ilmiah, serta rekaman suara atau kutipan keresahan warga yang terdampak, dikemas dengan teknik penyuntingan yang persuasif dan ramah media sosial.

Proses ini tidak hanya mengasah aspek literasi digital dan numerasi siswa, tetapi juga melatih kecerdasan emosional dan empati mereka saat menyusun narasi komunikasi sains ke ruang publik.

7. I_2 - *Inspire Community* (Menyebarluaskan Solusi)

   Tahap akhir adalah aksi nyata kewargaan (*Citizenship*). Karya digital yang telah divalidasi oleh guru kemudian diunggah ke media sosial (Instagram/TikTok), mading digital sekolah, serta dipresentasikan di depan kelas. Tujuannya adalah menginspirasi dan mengedukasi masyarakat luas mengenai krisis ekologi Ciwalen.

Sumber daya yang diperlukan selama proses pembelajaran ini ini meliputi:

1) Sarana dan prasarana sekolah meliputi meja, kursi, pengeras suara, TV Smartboard/Proyektor, Kertas, Printer dan Ruang kelas SMPN 1 Garut.
2) TDS meter, pH meter, EC meter, Termometer, Beaker Glass, Ember dan Tali yang digunakan untuk pengukuran kualitas air sungai.
3) Gadget atau Tablet digunakan untuk melakukan dokumentasi dan editing produk kampanye.
4) Dukungan dari Kepala Sekolah, Kurikulum dan Paguyuban Orang tua Siswa.
5) Peran guru rekan sejawat sebagai Fasilitator dan motivator pelaksanaan pembelajaran.

4. HASIL & REFLEKSI

Implementasi pembelajaran ECO DIGI STEM membawa dampak perubahan yang signifikan dan terukur, baik secara kuantitatif maupun kualitatif, melalui pendekatan pembelajaran Mendalam dan berpusat pada murid. Data sederhana perubahan kuantitatif dari proses pembelajaran ini diantaranya:

1. **Partisipasi Aktif Siswa:** keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran mencapai **100%**. Tidak ada lagi siswa yang pasif atau mengantuk di kelas karena setiap anak

memiliki peran masing-masing, mulai dari tim investigator lapangan (penguji air/pewawancara warga) hingga tim desainer rekayasa informasi digital.

2. **Peningkatan Hasil Belajar:** Nilai rata-rata asesmen sumatif siswa pada materi pencemaran lingkungan meningkat. Dari data rata-rata nilai pre-test di angka **54** menjadi rata-rata nilai post-test **87** setelah melaksanakan pembelajaran dengan ECODIGI STEM. Selain itu, nilai asesmen Keterampilan Abad 21 menunjukan nilai diatas kriteria ketuntasan tujuan pembelajaran (KKTP) pada interval nilai siswa **80,5 – 97,2.**
3. **Dampak Publikasi & Advokasi:** Sebanyak 7 produk infografis dan video kampanye sosial berhasil dipublikasikan di akun media sosial masing-masing kelompok siswa mengenai isu Sungai Ciwalen.

Perubahan Kualitatif (Prinsip Deep Learning)

Perubahan paling mendasar yang saya rasakan sebagai pendidik adalah transformasi pada cara berpikir kritis (*Critical Thinking*) dan empati sosial siswa kelas 7 SMP:

- **Sebelum Inovasi:** Jika ditanya tentang dampak limbah, siswa hanya memberikan jawaban tekstual dan pendek: *"Sungai nya bau dan berbahaya bagi kehidupan ikan, Pak."*
- **Sesudah Inovasi:** Siswa mampu membangun argumen saintifik-sosial yang runtut dan berbasis data empiris: *"Air Sungai Ciwalen mengalami perubahan kualitas/mutu karena pH meter digital kami menunjukkan angka basa ekstrem dan padatan terlarutnya (TDS) melampaui ambang batas baku mutu pemerintah. Berdasarkan hasil wawancara kami dengan warga Sukaregang, pembuangan limbah kulit di Sungai Ciwalen ini berdampak langsung dengan keluhan kesehatan masyarakat dan hilangnya sumber air bersih mereka."*

1) Kepala SMPN 1 Garut, Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum dan perwakilan siswa memberikan testimoni dan apresiasi luar biasa karena dinilai mampu mengubah paradigma belajar siswa dari sekadar menuntaskan tugas akademis menjadi aksi advokasi sosial nyata (citizenship) yang berakar pada empati terhadap krisis ekologi Sungai Ciwalen. Kepala Sekolah menegaskan bahwa pendekatan *Deep Learning* terintegrasi STEM ini terbukti efektif mennguatkan indikator Bernalar Kritis serta membentuk karakter lulusan yang peka terhadap lingkungan sekitar, bukan sekadar cerdas menghafal soal ujian. Keberhasilan

tersebut diperkuat oleh pandangan Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum yang menyoroti keunggulan program ini dalam menjembatani teori buku dengan realitas lapangan secara terstruktur, aman, serta modifikasi engineering ke dalam bentuk rekayasa poster digital yang bermakna.

C. PENUTUP

Pengalaman mengimplementasikan ECO DIGI STEM memberikan pelajaran berharga bagi diri saya sebagai seorang pendidik. Saya menyadari bahwa laboratorium terbaik untuk belajar sains bukanlah hanya ruangan tertutup dengan tabung-tabung reaksi yang mahal, melainkan lingkungan sekitar siswa itu sendiri. Ketika kita memberikan kepercayaan kepada siswa untuk memecahkan masalah nyata dengan cara yang aman dan relevan dengan zaman mereka (digital), motivasi belajar intrinsik mereka akan menyala dengan sendirinya.

Inovasi ini tidak boleh berhenti sebagai pembelajaran sesaat. Rencana keberlanjutan yang akan saya lakukan adalah:

- Mengintegrasikan metode ECO DIGI STEM ini ke dalam program Projek ko kurikuler dengan tema Gaya Hidup Berkelanjutan.
- Mengembangkan kemitraan resmi dengan komunitas peduli lingkungan lokal di Garut agar siswa mendapatkan sudut pandang praktisi yang lebih luas.

Inovasi ECO DIGI STEM memiliki potensi replikasi yang sangat tinggi bagi sekolah dan guru lain di seluruh Indonesia. Metode ini tidak membutuhkan biaya besar untuk pengadaan alat laboratorium berat. Setiap sekolah pasti memiliki gawai, aplikasi desain gratis (Canva), dan isu lokalnya masing-masing, baik itu masalah sampah di dekat pasar, polusi udara pabrik, maupun penurunan kualitas air sungai di daerah mereka. Guru hanya perlu menyelaraskan isu lokal tersebut dengan Tujuan Pembelajaran yang ingin dicapai melalui langkah-langkah STEM yang sistematis dan aman bagi siswa.

D. REFRENSI

Askahar, Akbar, M. 2025. Klinik Guru Digital: Pendekatan Inovatif Untuk Transformasi Kompetensi Guru Dalam Pembelajaran Abad 21. Jurnal Inovasi Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, 5(1), 67-76. https://doi.org/10.53621/jippmas.v5i1.490

Kemendikdasmen. 2025. Naskah Akademik Pembelajaran Mendalam Menuju Pendidikan Bermutu untuk Semua. Jakarta: Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia

Kristianti & Amalia L. (2023). Identifikasi Bakteri Air Sungai Ciwalen Garut Menggunakan *Next Generation Generation Sequencing of 16S Ribosomal RNA*. Berkala Ilmiah Biologi, 14 (3): 10 – 16 DOI: 10.22146/bib.v14i3.10471

Zaenab. (2018). Industri Penyamakan Kulit dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. Diakses dari https://keslingmks.wordpress.com.

LAMPIRAN

DOKUMENTASI KEGIATAN



Breafing & Persiapan menuju lokasi sungai Ciwalen



Persiapan menuju lokasi Sungai Ciwalen



pembagian tugas untuk pengukuran kualitas air dan wawancara dengan warga Ciwalen



Pengambilan Sampel Air untuk dilakukan pengukuran kualitas air sungai



Pengukuran parameter air berupa TDS, pH, Suhu, EC, dan parameter fisik lainnya



Wawancara dengan warga sekitar sungai Ciwalen



Mengembangkan dan menyajikan hasil karya



Produk siswa dapat diakses melalui QR Code diatas

Dokumentasi selengkapnya dapat diakses melalui QR dan Link berikut:

https://canva.link/mnin5zesymi24m9