

KEGIATAN PEMBELAJARAN

Identifikasi Masalah (*Identify the Problem*)

Problem Strater

Interpretasi (C4) dan Analisis (C5)

Science and Technology

Kegiatan Pembelajaran 1

(C4 Interpretasi – Fungsi Teknologi)

Telusuri prinsip kerja Oxypod dan potensi biologis alga dalam menyerap emisi CO₂. **Jelaskan** bagaimana kedua teknologi tersebut memanfaatkan prinsip ilmiah (misalnya fotosintesis atau dinamika udara) untuk menurunkan emisi, dan apa saja tantangan yang mungkin dihadapi saat implementasinya di daerah perkotaan.

Jawab:

(C5 Analisis – Tinjauan Solusi Saat Ini)

Studi kasus menunjukkan dua solusi mitigasi CO₂: teknologi Oxypod dan pemanfaatan alga. **Bandingkan** bagaimana masing-masing teknologi ini bekerja dalam menurunkan konsentrasi CO₂ di udara. **Jelaskan** pula keunggulan dan keterbatasan aplikasinya di wilayah tropis seperti Indonesia.

Jawab:

Identifikasi Masalah (*Identify the Problem*)

Literature Exploration

Interpretasi (C4) dan Analisis (C5)

Science and Technology

Kegiatan Pembelajaran 2

(C4 Interpretasi – Validitas Informasi)

Interpretasikan data dari jurnal atau laporan pemerintah (KLHK, BRIN, dll.) yang menjelaskan tingkat penurunan CO₂ setelah implementasi alat tertentu. **Apakah** hasilnya konsisten dan dapat dipercaya? **Apa** yang bisa kamu simpulkan dari pendekatan yang mereka gunakan?

Jawab:

(C5 Analisis – Keterbatasan Teknologi Eksisting)

Kaji artikel dan jurnal ilmiah dari 2020–2024 tentang efektivitas alat penyerap CO₂. **Identifikasi** aspek teknis dan sosial yang menjadi hambatan penerapan alat seperti Oxypod atau biofilter alga di sekolah, rumah, atau ruang publik.

Jawab:

Silahkan gunakan artikel ilmiah dibawah ini untuk membantu dalam menjawab pertanyaan diatas. Anda juga bisa menggunakan sumber ilmiah terpercaya lainnya untuk memperkuat opini Anda:



SCAN ME

Industrial CO₂
Capture by Algae:
A Review and
Recent Advances



SCAN ME

A Review of
Algae-Based
Carbon Capture,
Utilization, and
Storage (Algae-
Based CCUS)



SCAN ME

Reduksi Gas CO₂ oleh
Mikroalga *Scenedesmus*
sp. pada Fotobioreaktor
Tertutup dengan Variasi
Konsentrasi Gas CO₂

KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pengembangan Ide dan Alternatif Solusi (*Generate Ideas*)

Explore STEM

Inferensi (C5) dan Eksplanasi (C5)

Science, Technology, and Engineering

Kegiatan Pembelajaran 3

(C5 Inferensi – Mengembangkan Ide Solusi Inovatif)

Telaah kembali cara kerja sensor CO₂ bertenaga surya dan teknologi Liquid Tree dalam menyerap emisi CO₂ di lingkungan kota. **Kembangkan** ide awal alatmu sendiri yang menggabungkan minimal satu fitur dari keduanya, untuk mengurangi CO₂ secara lebih efisien dan berkelanjutan.

Jawab:

(C5 Eksplanasi – Memberikan Argumen Ilmiah dan Teknis)

Jelaskan alasan pemilihan ide alatmu tersebut. **Gunakan** pengetahuan ilmiah dan teknis yang sudah kamu pelajari tentang gas rumah kaca, teknologi sensor, dan energi terbarukan. **Berikan** argumen mengapa ide tersebut layak dikembangkan menjadi prototipe alat.

Jawab:

Perancangan Solusi Terpilih (*Design a Solution*)

Design Thinking Canvas

Analisis (C5) dan Eksplanasi (C6)

Engineering, Mathematics, and Technology

Kegiatan Pembelajaran 4

(C5 Analisis)

📌 **Tugas:** Identifikasi kembali komponen utama alatmu beserta fungsi dan relasinya untuk memastikan integrasi IoT dan efisiensi energi.

Tabel 1. Analisis Komponen, Fungsi, dan Efisiensi Energi dalam Rancangan Alat Sensor CO₂ Berbasis IoT dan Energi Terbarukan

No	Komponen Utama	Fungsi Utama	Hubungan dengan Komponen Lain	Dampak pada Efisiensi Energi & Pemantauan CO ₂
1.	Sensor MQ-135			
2.	ESP32 Devkit 1			
3.	Panel Surya			
4.	Baterai Li-ion			
5.	Modul TP4056			
6.	Boost Converter (DC Step Up 5V)			

KEGIATAN PEMBELAJARAN

Perancangan Solusi Terpilih (*Design a Solution*)

Design Thinking Canvas

Analisis (C5) dan Eksplanasi (C6)

Engineering, Mathematics, and Technology

Kegiatan Pembelajaran 4

(C6 Eksplanasi)

🔴 **Tugas:** Susun peta ide alatmu dalam kerangka *Design Thinking Canvas* yang memuat masalah, solusi, pengguna, dan manfaatnya.

Tabel 2. Pemetaan Ide Solusi Inovatif Menggunakan Kerangka *Design Thinking Canvas*

Elemen Canvas dan Isi	Elemen Canvas dan Isi
Masalah (Problem) Peningkatan emisi CO ₂ di area padat kendaraan bermotor	Solusi (Solution) Alat pemantau CO ₂ bertenaga surya berbasis IoT
Pengguna (User) Masyarakat kota, pemerintah daerah, pengelola lingkungan	Teknologi (Tech) Sensor MQ-135, Arduino IDE, ESP32, Blynk, panel surya, WiFi
Manfaat (Benefit) Pemantauan kualitas udara real-time, edukasi, kontrol dini polusi	Keterbatasan (Constraints) Cuaca berawan, jaringan internet tidak stabil
Data (Evidence) Data sensor ditampilkan di aplikasi Blynk secara real-time	

💡 **Instruksi:** Ambil tangkapan layar dari setiap langkah pekerjaan (sebaiknya dalam bentuk file unduhan). Unggah file dengan nama format: Nama Kelompok_Judul Proyek_Pemetaan Ide Design Thinking Canvas.



Perancangan Solusi Terpilih (*Design a Solution*)

Virtual Prototyping

Analisis (C5) dan Eksplanasi (C6)

Engineering, Mathematics, and Technology

Kegiatan Pembelajaran 5

(C5 – Analisis)

🔴 **Tugas:** Tinjau kembali desain rangkaian sensor CO₂ berbasis IoT yang telah kamu buat. Analisis bagaimana hubungan antar komponen dapat dioptimalkan untuk efisiensi energi dan keandalan sistem.

Tabel 3. Analisis Logika dan Optimasi Rangkaian Alat Sensor CO₂

No	Komponen Utama	Fungsi	Potensi Masalah	Solusi Optimasi	Efek terhadap Sistem
1.					
2.					

KEGIATAN PEMBELAJARAN

Perancangan Solusi Terpilih (*Design a Solution*)

Virtual Prototyping

Analisis (C5) dan Eksplanasi (C6)

Engineering, Mathematics, and Technology

Kegiatan Pembelajaran 5

(C5 – Analisis)

Tabel 3. Analisis Logika dan Optimasi Rangkaian Alat Sensor CO₂

No	Komponen Utama	Fungsi	Potensi Masalah	Solusi Optimasi	Efek terhadap Sistem
3.					
4.					
5.					
6.					

(C6 – Eksplanasi)

 **Tugas:** Tampilkan kembali prototipe digital alat sensor CO₂ berbasis IoT. Jelaskan secara sistematis urutan kerja dan logika sistemnya, mulai dari pendeteksian gas oleh sensor hingga pengiriman data ke aplikasi pemantau.

Tabel 4. Urutan Kerja dan Logika Sistem Sensor CO₂ Berbasis IoT

No	Tahap Proses	Komponen yang Aktif	Deskripsi Fungsi	Output
1.	Deteksi Gas			
2.	Pengolahan Data			
3.	Komunikasi			
4.	Feedback (Suara Buzzer, dll.)			

Penyusunan dan Pengujian Solusi (*Build and Test*)

Implementation and Testing Module

Regulasi Diri (C5) dan Evaluasi (C5)

Engineering, Technology, and Mathematics

Kegiatan Pembelajaran 6

(C5 – Regulasi Diri)

 **Tugas:** Lakukan perakitan alat sensor CO₂ bertenaga surya berbasis IoT berdasarkan rancangan prototipe digital yang telah disepakati. Pastikan setiap komponen terhubung dengan benar sesuai dengan diagram rangkaian, lalu kelola proses penyolderan dan perakitan dengan hati-hati. Setelah semua komponen terpasang, lakukan koneksi dengan aplikasi pemantau (Blynk).

Kegiatan Pembelajaran 6 (C5 – Regulasi Diri)

Tabel 5. Pengecekan Komponen untuk Rangkaian Alat Sensor CO₂ bertenaga Surya berbasis IoT

No	Komponen	Status Terpasang ✓ / ✗	Status Berfungsi ✓ / ✗	Catatan
1.	Panel Surya			
2.	Modul TP4056			
3.	Baterai Lithium			
4.	Boost Converter (DC Step Up 5V)			
5.	ESP32 Devkit 1			
6.	Sensor MQ-135			
7.	Modul OLED Display 0.96"			
8.	Bd139			
9.	Buzzer			
10.	Resistor 330 ohm			
11.	Resistor 560 ohm			

(C5 – Evaluasi 1)

🔴 **Tugas:** Uji alat yang telah kamu rakit di lokasi tertentu. Amati apakah sensor dapat membaca kadar CO₂ secara akurat, dan apakah data tampil pada layar serta dikirim ke platform IoT. Lakukan kalibrasi secara sederhana (dapat dilakukan pada ruangan tertutup tanpa ventilasi maupun menggunakan AC). Lakukan pengukuran minimal 2 kali pada lokasi berbeda atau waktu berbeda. Catat data yang dihasilkan lalu lakukan evaluasi kinerja alat.

Tabel 6. Uji Kinerja Alat Sensor CO₂ Awal

Lokasi	Waktu	Kadar CO ₂ (ppm)	Daya Panel (V/mA)	Alarm Aktif? ✓ / ✗	Data Muncul di Aplikasi ✓ / ✗

(C5 – Evaluasi 1)

Tabel 6. Uji Kinerja Alat Sensor CO₂ Awal

Lokasi	Waktu	Kadar CO ₂ (ppm)	Daya Panel (V/mA)	Alarm Aktif? ✓ / ✗	Data Muncul di Aplikasi ✓ / ✗

(C5 – Evaluasi 2)

🔴 **Tugas:** Bandingkan hasil uji coba di beberapa lokasi atau waktu dengan hasil sebelumnya (dari eksperimen awal atau data literatur). Evaluasi apakah alat menunjukkan konsistensi dalam mendeteksi kadar CO₂. Jelaskan kemungkinan penyebab perbedaan hasil jika ditemukan.

Tabel 7. Uji Kinerja Alat Sensor CO₂ Akhir

Lokasi	Waktu	Kadar CO ₂ (ppm)	Perbandingan dengan Data Sebelumnya	Analisis Singkat

Kegiatan Pembelajaran 7

(C6 – Evaluasi)

Tugas:

1. Analisis data hasil uji coba alat pada Tabel 6 dan 7.
2. Bandingkan nilai kadar CO₂ yang terdeteksi oleh sensor dengan batas aman CO₂ berdasarkan standar WHO (misalnya <1000 ppm untuk ruang publik).
3. Gunakan rumus efektivitas berikut untuk menilai kinerja alat:

$$\text{Efektivitas (\%)} = \left(\frac{\text{Nilai Awal CO}_2 - \text{Nilai Akhir CO}_2}{\text{Nilai Awal CO}_2} \right) \times 100$$

4. Tentukan apakah alat telah memenuhi fungsi mitigasi pencemaran udara berdasarkan data yang dikumpulkan.
5. Unggah hasil analisis dan perhitungan Anda dalam bentuk file Word atau PDF ke Google Drive yang telah disediakan. Pastikan file Anda mencakup:
 - Tabel perhitungan efektivitas (Format tabel tertera dibawah ini).
 - Analisis hasil uji coba dibandingkan dengan standar WHO.
 - Kesimpulan apakah alat efektif dalam mitigasi pencemaran udara.



Format Tabel Perhitungan Efektivitas:

Lokasi	Waktu Pengukuran	Nilai Awal CO ₂ (ppm)	Nilai Akhir CO ₂ (ppm)	Efektivitas (%)

(C6 – Inferensi)

Tugas:

1. Buatlah kesimpulan mengenai efektivitas alat dalam menurunkan kadar CO₂.
2. Jelaskan kemungkinan **penyebab** jika hasil tidak sesuai harapan (misalnya **karena posisi alat, cuaca, intensitas cahaya, atau kesalahan teknis**).
3. Kaitkan hasil ini dengan peran teknologi ramah lingkungan dalam mengatasi pemanasan global.

Tabel 8. Laporan Tabel Analisis

Lokasi	Efektivitas (%)	Standar WHO (ppm)	Penyebab	Keterangan

Kegiatan Pembelajaran 8 (C5 - Analisis)

✦ **Tugas:** Berdasarkan hasil pengujian sebelumnya, modifikasi desain atau komponen alat untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi. Fokus pada aspek teknis dan fungsional untuk memastikan alat lebih optimal dalam menurunkan kadar CO₂.

(C6 - Regulasi Diri)

✦ Tugas:

- Lakukan diskusi dalam kelompok untuk mengidentifikasi kelemahan alat dan memutuskan solusi perbaikan secara kolaboratif. Pastikan setiap perubahan disepakati dan didokumentasikan dengan jelas.
- Lakukan refleksi atas perubahan yang telah diterapkan. Evaluasi apakah modifikasi berhasil memperbaiki kelemahan yang ditemukan dalam pengujian sebelumnya. Jika belum, tentukan langkah-langkah perbaikan lebih lanjut.

Tabel 9. Penyempurnaan Alat Sensor CO₂ bertenaga Surya berbasis IoT

Komponen/Sistem	Modifikasi yang Dilakukan	Tujuan Modifikasi	Hasil Uji Setelah Modifikasi	Refleksi dan Analisis

KEGIATAN PEMBELAJARAN

Penyampaian Hasil Akhir (*Communicate Results*)

Digital Presentation Toolkit

Eksplanasi (C6) dan Interpretasi (C5)

Science and Technology

Kegiatan Pembelajaran 9

(C6 Eksplanasi dan C5 Interpretasi - Penyajian Hasil Akhir)

Tugas:

Susunlah presentasi digital interaktif menggunakan aplikasi pilihan (seperti Canva, Google Slides, atau PowerPoint) yang berisi poin-poin berikut ini:

- Deskripsi alat dan fungsinya dalam mengurangi kadar CO₂.
- Data hasil pengujian (sebelum dan sesudah modifikasi).
- Analisis efektivitas alat berdasarkan standar WHO.
- Penjelasan upaya modifikasi yang dilakukan dan hasil evaluasinya.

 **Instruksi:** Gunakan visualisasi data (grafik/tabel) dan bahasa ilmiah yang jelas. Sajikan hasil secara sistematis agar dapat dipahami oleh audiens dari latar belakang non-teknis.

Penyampaian Hasil Akhir (*Communicate Results*)

Peer Review and Feedback

Eksplanasi (C6) dan Interpretasi (C5)

Science and Technology

(C6 Eksplanasi dan C5 Interpretasi - Penyajian Hasil Akhir)

 **Tugas:** Lakukan evaluasi sejawat dengan mengamati presentasi kelompok lain.

Nilai kejelasan produk, interpretasi data, dan analisis efektivitas berdasarkan **Tabel 10** di bawah ini.

Tabel 10. Evaluasi Sejawat Hasil Akhir Produk

Kelompok	Aspek 1: Kejelasan Produk	Aspek 2: Interpretasi Data	Aspek 3: Analisis dan Saran	Keterangan

(C6 Eksplanasi dan C5 Interpretasi - Penyajian Hasil Akhir)

 **Instruksi:** Jadilah pendengar aktif dan penyaji kritik yang membangun untuk mendukung penyempurnaan karya rekan Anda. Setelah diskusi dan penyempurnaan dilakukan, unggah hasil revisi infografis atau dokumen umpan balik kelompok Anda ke tautan Google Drive yang telah disediakan oleh guru. Gunakan nama file yang sesuai format: Nama Kelompok_Tahap Presentasi Final.

