

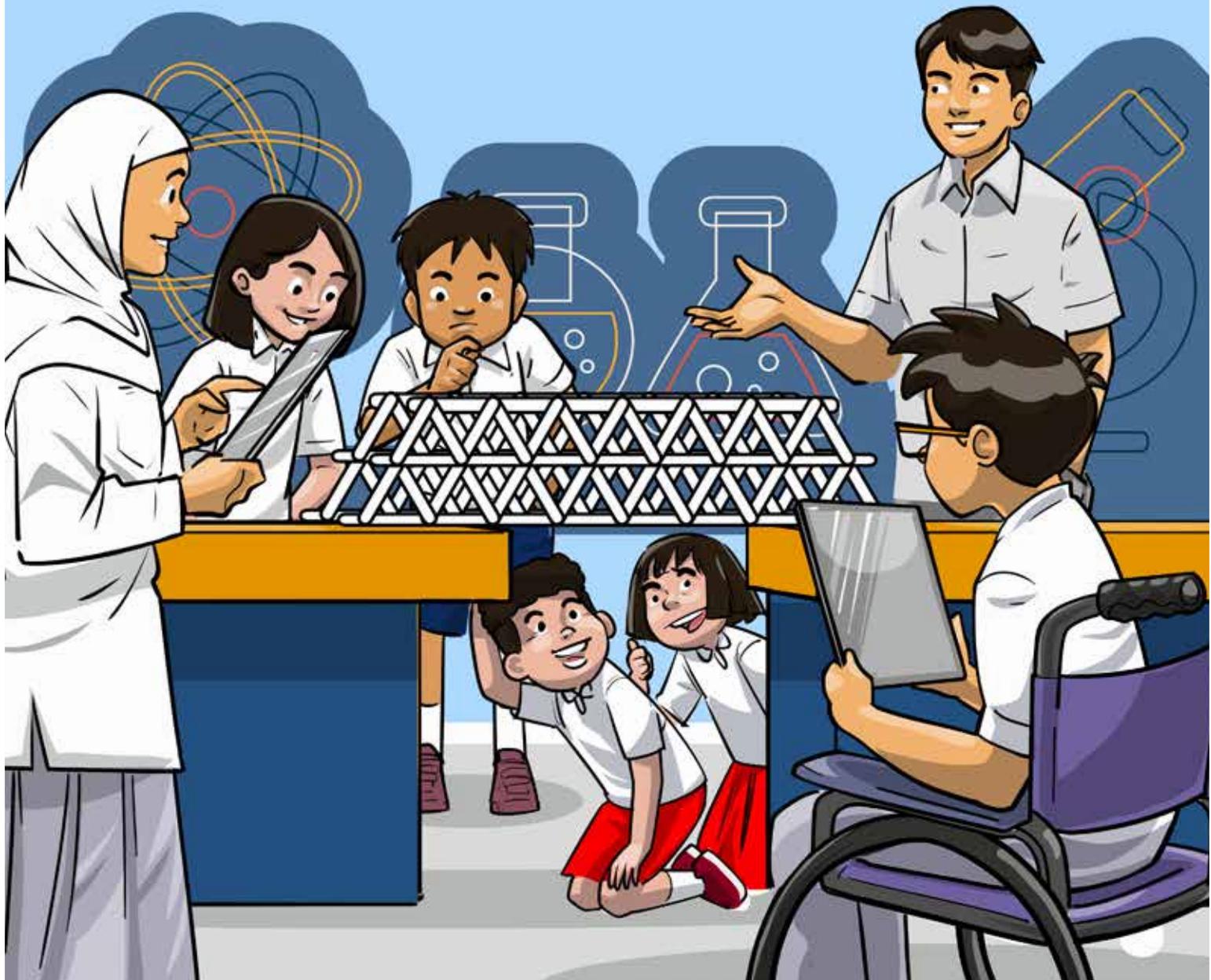


BADAN STANDAR, KURIKULUM, DAN ASESMEN PENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
REPUBLIK INDONESIA

PANDUAN PEMBELAJARAN

STEM

SAINS
TEKNOLOGI
ENJINERING
MATEMATIKA





**BADAN STANDAR, KURIKULUM, DAN ASESMEN PENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
REPUBLIK INDONESIA**

PANDUAN PEMBELAJARAN

STEM

**SAINS
TEKNOLOGI
ENJINERING
MATEMATIKA**

Panduan Pembelajaran STEM (Sains, Teknologi, Enjinereng, Matematika) untuk Guru Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar dan Jenjang Pendidikan Menengah

Pengarah Utama

Prof. Dr. Abdul Mu'ti, M.Ed., Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah

Pengarah

Prof. Dr. Toni Toharudin, S.Si., M.Sc., Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan

Arif Jamali, S.Pd. M.Pd., Staf Khusus Mendikdasmen Bidang Pembelajaran dan Sekolah Unggul

Dr. Muhammad Muchlas Rowi, S.F., S.H., M.M., Staf Khusus Mendikdasmen Bidang Transformasi Digital dan Kecerdasan Buatan

Penanggung Jawab

Dr. Muhammad Yusro, S.Pd., M.T., Sekretaris Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan

Dr. Laksmi Dewi, M.Pd., Kepala Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Tim Penyusun

Eskawati Musyarofah Bunyamin, S.Si, M.Pd., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Fera Herawati, S.Si., M.Si., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Prof. Maila Dinia Husni Rahiem, M.A., Ph.D, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Lintang Ratri Prastika, M.Si., SEAMEO QITEP in Science

Kelly Sinaga, S.TP., M.PKim., Universitas Pelita Harapan

Evi Mulyah M.Si, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Rizal Listyo Mahardhika, S.Pd., SDN Mampang Prapatan 02 Pagi

Lia Laela Sarah, S.Pd., M.T., SMA Laboratorium Percontohan UPI

Ayuk Ratna Puspaningsih, S.Pd., M.Pd., SMA Negeri Bali Mandara

Imro'atul Azizah, S.Pd., M.Si., SMKN 11 Semarang

Sylvi Noor Aini, M.Pd., Gr., SLB Negeri Cicendo

Tim Penelaah

Dr. Laksmi Dewi, M.Pd., Kepala Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Prof. Yuli Rahmawati, M.Sc., Ph.D. Atdikbud KBRI Canberra/Universitas Negeri Jakarta

Nur Rofika Ayu Shinta Amalia, S.Si., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Dr. Yogi Anggraena, S.Si., M.Si., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Muhammad Heru Iman Wibowo, S.Si., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Arina Hasanah, S.Si., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Antonius Nahak, B.Th., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Heri Purnomo S.E., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Hanif Ihtisyamuddin S.Pd., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Aprillia Arnita Putri, S.Pd., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Mustika Sa'adah, S.Pd., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Lukman Nulhakim, M.Pd., SEAMEO QITEP in Science

Arif Hidayat S.Pd., M.Si., PhD, Universitas Pendidikan Indonesia

Dra. Lily Rosnawati, M.Pd., Dinas Pendidikan Provinsi Kepulauan Riau, Cabang Dinas Pendidikan Kota Batam

Yuni Widiastuti, M.Psi.T., CT, Rumah Main STRAM

Galih Suci Pratama, M.Pd., SDN Sadeng 03 Semarang

Tuti Alawiyah, S.Pd., SMPN 1 Panguragan Kabupaten Cirebon

Dr. Meydia Afrina, S.Pd., M.Pd., SMAN 9 Bengkulu Selatan

Heri Yudianto S.T., M.Pd., Gr., SMKN 1 Driyorejo

Kontributor

Prayoga Rendra Vendiktama, S.Pd., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Farah Arriani, S.Pd., M.Pd., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Rizki Maisura, S.Psi., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Dr. Joko Soebagyo, M.Pd., Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka Jakarta

Irma Rahma Suwarma S.Si, M.Pd, Ph.D., Universitas Pendidikan Indonesia

Atin Kartinah, M.Pd., Dinas Pendidikan Kabupaten Garut
Eneng Siti Saadah, S.Si., MBA, Direktorat Guru Pendidikan Menengah dan Pendidikan Khusus
Dr. Nita Isaeni, M.Pd., Direktorat Guru Pendidikan Dasar
Dian Septiany Subagio, S.E., M.Pd., Direktorat PAUD
Muhammad Noor Ginanjar Jaelani, S.Pd., Direktorat SD
Sulastri, S.Pd., M.Si., Direktorat SMP
Peronika D. Sihombing, M.Ed., Direktorat SMA
Solichatun Aisyah Rahmawati, S.Pd., Direktorat SMK
Lia Apriliani, M.Pd., Direktorat Pendidikan Khusus dan Pendidikan Layanan Khusus
Larasati, S.Pd., Badan Bahasa
Vianinda Pratamasari, S.S., M.Hum., Badan Bahasa
Meylina, S.Pd., M.A., Pusat Perbukuan
Heny Khristiani S.Si., M.Pd., SMPN 20 Tangerang Selatan
Dr. Eng. Purnomo Sejati, S.ST., M.Eng., SMK ORA ET LABORA
Sri Aryati Handayani, S.Pd., Gr., SMKN 7 Bandung
Sri Wantini, SMAN Banua Kalimantan Selatan
Upi Fitriani, M.Pd., SMAN 19 Kabupaten Tangerang
Anisa Wijayanti, M.Pd., SMAN 1 Gunungsindur Jawa Barat
Yustina Jaziroh, S.Pd., SMAN 16 Garut
Elisa Fatmawati, SDN 8 Mataram, NTB
Ahmad Fahmi Abdulloh, S.Pd., SMP Quantum Inti Indonesia
Nurina Ayuningtyas, M.Pd., Universitas PGRI Delta Sidoarjo
Kharisma Prawesti Sri Utami, M.Pd., SMP Bosowa Bina Insani
Yudi Kustiana, S.Pd., M.M.Pd., SMP Negeri 4 Lembang Bandung
Dewi Indriyani, M.Pd., SLB Negeri Cicendo
Izza Ayu Safitri, SDN Sambopinggir Karangbinangun Lamongan
Herra Astrian, Hello Motion
Unaya Karmilah, S.Pd., M.M.Pd., SLB BC YPLAB Wartawan
Dewi Kurniasih, S.Pd., SLBN 3 Jakarta
Rizal Muhammad Zaid, M.Pd., SLBN A Pembina Lebak Bulus
Zainab, SLBN Trituna Subang
Iis Farida S.Kim, M.Pd, TK Bunda Ganesa
Lilis Nurani, S.Pd. Gr., TK Bunda Ganesa
Susihindayani, S.Pd., Gr., TK Bunda Ganesa
Susilowati, M.Pd, Bukit Aksara
Anggi Tri Damayanti, M.Pd., CT., Rumah Main STRIAM
Dr. Yulianti Siantajani, M.Pd., Yayasan Sanggar Aksara
Putri Diana Amrita, SMAN Banua Kalimantan Selatan

Ilustrasi

Lutfi Bahtiar
Ratra Adya Airawan

Penata Letak

Joko Setiyono
Frisna Yulinda Natasya
Geofanny Lius

Penerbit

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

Kata Pengantar



Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas terbitnya Panduan Pembelajaran STEM. Di tengah dunia yang terus berubah dan ketika keseharian kita diwarnai oleh perkembangan teknologi yang kian pesat, bayangan tentang kemajuan tentu tidak terlepas dari pentingnya kemampuan berpikir kritis, beradaptasi, memecahkan masalah, serta berinovasi. Dalam konteks tersebut, pembelajaran STEM menjadi salah satu praktik yang dapat menjawab tantangan zaman.

Dalam kerangka pembelajaran mendalam, STEM merupakan salah satu bentuk praktik pedagogis yang menyediakan lingkungan pembelajaran lintas disiplin ilmu sekaligus menunjukkan kepada murid cara menerapkan metode ilmiah di dalam konteks sehari-hari. Pembelajaran STEM mendorong tumbuhnya pemikiran kritis, kreativitas, inovasi, dan kolaborasi, sehingga memungkinkan murid menerapkan hasil belajarnya dalam situasi baru dan konteks yang relevan.

Panduan ini dimaksudkan untuk memberi inspirasi bagi para pendidik dalam mengimplementasikan pembelajaran STEM sesuai konteks satuan pendidikan yang sangat beragam. Selain memberi gambaran tentang apa itu STEM, panduan ini menekankan urgensi pembelajaran STEM dalam konteks pendidikan di Indonesia. Panduan ini juga memuat kerangka pembelajaran, peran para pemangku kepentingan, strategi implementasi, dan contoh-contoh praktis pembelajaran STEM yang dapat dijadikan inspirasi, atau diadaptasi sesuai jenjang dan karakteristik satuan pendidikan.

Panduan pembelajaran STEM ini disusun untuk digunakan bersama panduan pembelajaran dan asesmen, panduan kokurikuler, dan dokumen pendukung lain yang relevan.

Akhir kata, kami mengucapkan selamat dan terima kasih kepada seluruh tim penyusun, penelaah, dan kontributor, beserta Tim Pembelajaran Pusat Kurikulum dan Pembelajaran, yang telah bekerja dengan sepenuh hati untuk menghasilkan sebuah panduan inspiratif.

Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan



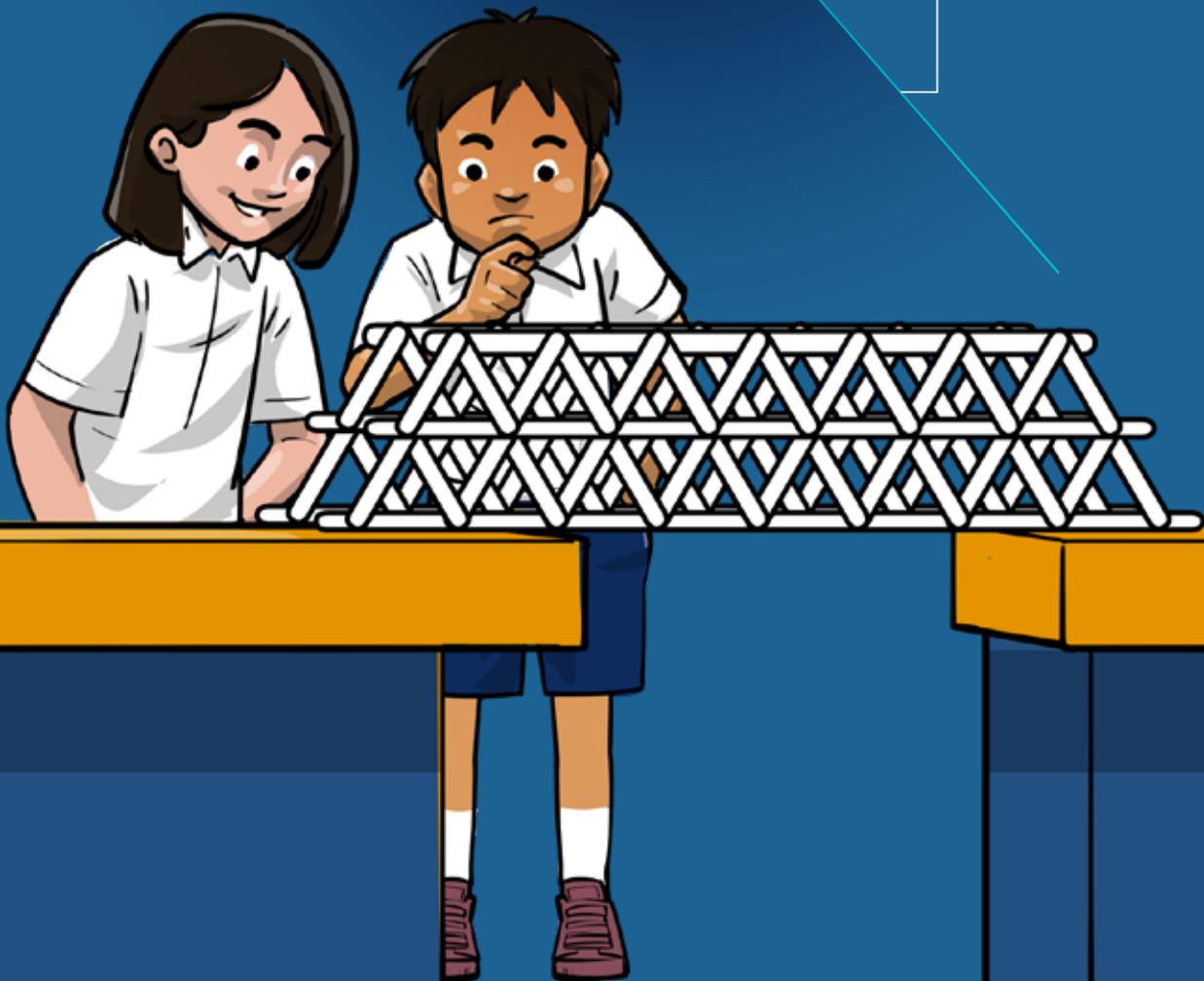
Prof. Dr. Toni Toharudin, S.Si., M.Sc

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
1 Pendahuluan	2
A. Sejarah Pembelajaran STEM	2
B. Urgensi Pembelajaran STEM di Indonesia	2
C. Definisi Pembelajaran STEM	5
D. Karakteristik Pembelajaran STEM	8
E. Perspektif Implementasi Pembelajaran STEM	12
F. Tujuan Pembelajaran STEM	16
2 Kerangka Pembelajaran STEM	20
A. Praktik Pedagogis	20
B. Lingkungan Belajar	25
C. Kemitraan Pembelajaran	26
D. Pemanfaatan Digital	31
3 Peran Pemangku Kepentingan	33
4 Implementasi Pembelajaran STEM	36
A. Intrakurikuler	36
B. Kokurikuler	63
C. Ekstrakurikuler	78
Lampiran	86
• Contoh Perencanaan Pembelajaran PAUD	87
• Contoh Perencanaan Pembelajaran SD	103
• Contoh Perencanaan Pembelajaran SMP	132
• Contoh Perencanaan Pembelajaran SMA	178
• Contoh Perencanaan Pembelajaran SMK	203
• Contoh Perencanaan Pembelajaran Inklusi	221
• Contoh Perencanaan Pembelajaran SLB	255
Daftar Istilah	281
Daftar Pustaka	286

Pendahuluan

1



1 Pendahuluan

A Sejarah Pembelajaran STEM

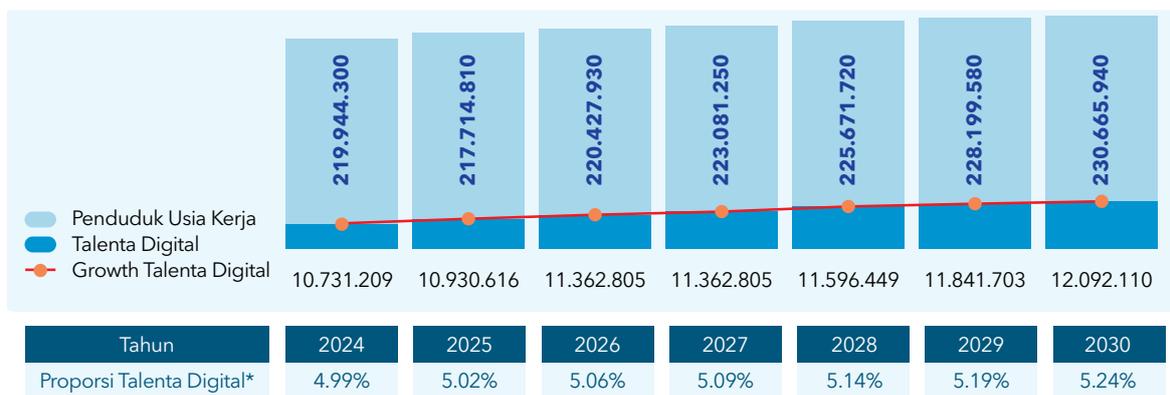
STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) mulai berkembang di Amerika Serikat sejak awal 2000-an sebagai respons terhadap menurunnya minat generasi muda terhadap sains dan teknologi, sekaligus meningkatkan daya saing dan perekonomian negara (Bybee, 2013). Pendekatan ini menandai pergeseran dari pembelajaran berbasis disiplin terpisah menuju pembelajaran terintegrasi yang berorientasi pada pemecahan masalah nyata melalui inkuiri, kolaborasi, dan kreativitas. Model seperti Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project-Based Learning/PjBL*) (Krajcik & Blumenfeld, 2006), Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem-Based Learning/PBL*) (Hmelo-Silver, 2004), dan Pembelajaran Berbasis Fenomena (*Phenomenon-Based Learning*) (Lakkala, Uusiautti, & Määttä, 2021) terbukti memperkuat kompetensi abad ke-21. Di Asia, implementasi disesuaikan dengan kebutuhan lokal: Singapura melalui *Applied Learning Programme* (ALP) yang menautkan industri dan keberlanjutan; Jepang dengan budaya *monozukuri*; Korea Selatan lewat integrasi kurikulum; serta Tiongkok melalui investasi riset dan penciptaan ekosistem, mendorong capaian tinggi pada PISA (OECD, 2023).

Di Indonesia, Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah (Kemendikdasmen) mulai mengintegrasikan STEM baik melalui intrakurikuler, kokurikuler, dan ekstrakurikuler. Tujuannya tak hanya meningkatkan capaian akademik, tetapi juga menyiapkan murid menjadi pemecah masalah yang inovatif terkait isu sosial, lingkungan, dan ekonomi. Dalam hal ini, pendidik memiliki peran penting dalam mengkontekstualisasikan kebijakan pembelajaran mendalam agar selaras dengan kebutuhan satuan pendidikan.

B Urgensi Pembelajaran STEM di Indonesia

Dalam perjalanan menuju Indonesia Emas 2045 ketika populasi diproyeksikan melampaui 320 juta dengan mayoritas berada pada usia produktif (Bappenas, BPS & UNFPA, 2013; Katadata, 2024), urgensi pembelajaran STEM kian terlihat nyata. Bonus demografi itu hanya akan menjadi berkah generasi muda berpotensi memiliki kompetensi abad ke-21. Tanpa kompetensi tersebut, mereka bisa berubah menjadi beban pembangunan (FISIP UIN Jakarta, 2025). Beragam indikator global seperti *Intellectual Capital Index* dan *World Competitiveness* menegaskan bahwa kemajuan berkelanjutan ditopang oleh kualitas sumber daya manusia. Oleh karena itu, pendidikan dasar dan menengah perlu memastikan setiap murid tidak hanya menguasai konsep, tetapi juga mampu menerapkannya dalam pemecahan masalah autentik lintas konteks.

Pada saat yang sama, disrupsi kecerdasan artifisial, data raya (*big data*), internet untuk segala (*Internet of Things*), robotika, dan bioteknologi terus mengubah industri dan pekerjaan; Proyeksi World Bank (2021) tentang kebutuhan jutaan talenta digital pada 2030 (Gambar 1) menandakan pentingnya penyesuaian kurikulum dan praktik pedagogis agar kesenjangan antara keterampilan lulusan dan kebutuhan dunia kerja tidak semakin melebar serta tidak menghambat daya saing nasional.



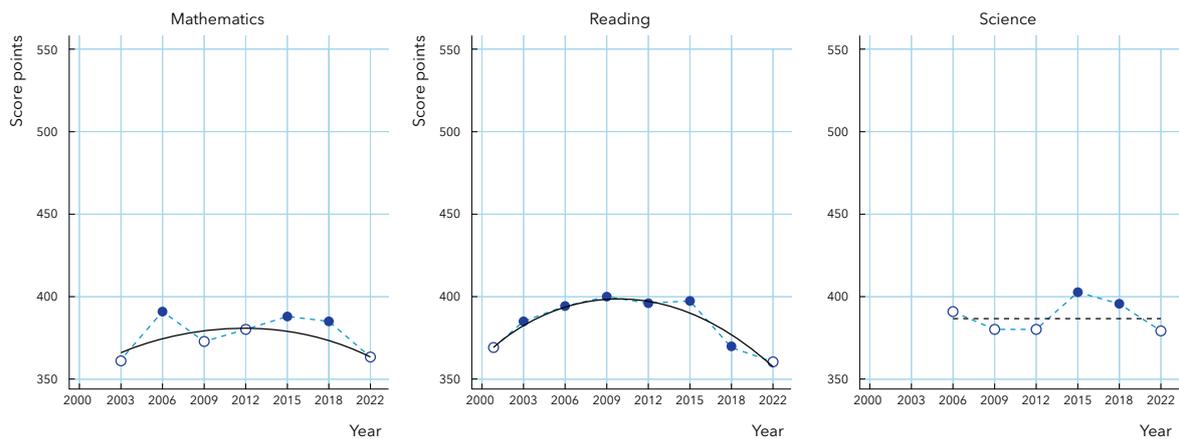
* Proporsi Talenta Digital telah dibulatkan dua angka di belakang koma.

Gambar 1. Proyeksi Ketersediaan (*Supply*) dan Kebutuhan (*Demand*) Talenta Digital Indonesia 2024-2030

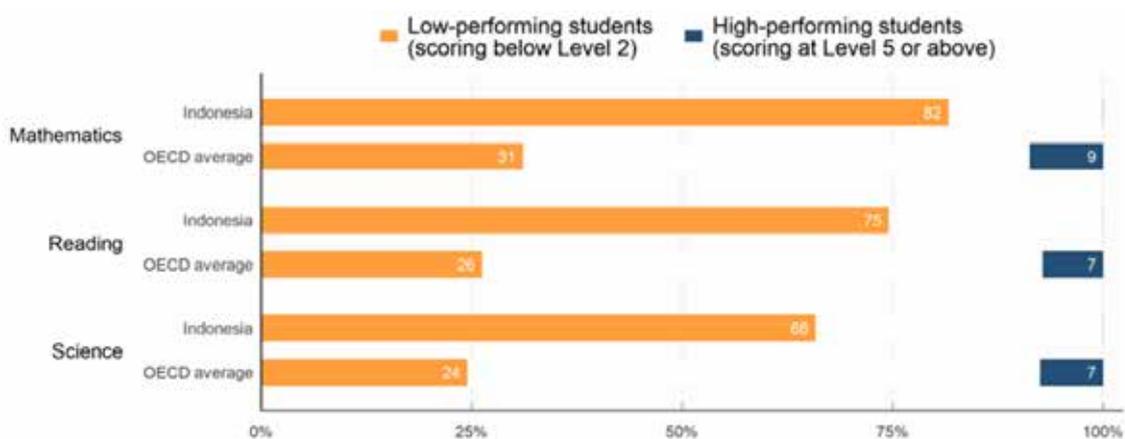
Sumber: Kominfo - Badan Pengembang SDM Komunikasi dan Informatika 2024

Selain itu, bukti komparatif internasional menegaskan adanya tantangan mutu pembelajaran seperti yang ditampilkan pada gambar 2 dan 3. Hasil PISA 2022 menempatkan Indonesia di bawah rata-rata OECD. Hanya 18% murid memiliki kemampuan matematika pada Level 2 ke atas, 25% dalam membaca, dan 34% dalam sains. Sementara itu, rata-rata OECD berada pada rentang 69-76%. Padahal Level 2 merupakan ambang batas penerapan konsep pada masalah kontekstual. Hal serupa terlihat pada kemampuan berpikir kreatif yang juga menunjukkan capaian rendah (OECD, 2024).





Gambar 2. Tren Pencapaian PISA dalam Membaca, Matematika dan Sains
 Sumber: OECD, 2023



Gambar 3. Persentase Murid mencapai Ambang Kemampuan (Level 2+)
 Sumber: OECD, 2023

Meski demikian, prospek Indonesia tetap kuat. Laporan internasional menempatkan Indonesia berpotensi menjadi ekonomi terbesar ke-4 dunia pada 2045 jika berhasil membangun SDM yang berkualitas dan adaptif. Untuk menjawab tantangan tersebut, pemerintah mengarusutamakan pembelajaran mendalam yang selaras dengan delapan dimensi profil lulusan (Permendikdasmen No. 13 Tahun 2025), menggeser fokus dari transfer pengetahuan ke pengalaman belajar yang bermakna, berkesadaran, menyenangkan, dan berorientasi pemecahan masalah autentik. Dalam kerangka tersebut, STEM diposisikan sebagai praktik pedagogis yang menghubungkan konsep lintas disiplin dengan konteks nyata sekaligus memfasilitasi praktik saintifik engineering, komunikasi ilmiah, dan kolaborasi. Penekanan utama bukan semata pada hasil digital, melainkan literasi sains, penalaran matematis, kecakapan desain, dan disposisi inkuiri sebagai fondasi kecerdasan adaptif abad ke-21.

Berlandaskan kebijakan dan bukti capaian internasional di atas, penerapan STEM menjadi sangat diperlukan di Indonesia karena alasan berikut: (1) menutup defisit keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher-order thinking skills*) yang tampak pada PISA 2022; (2) meningkatkan relevansi pembelajaran melalui konteks dunia nyata dan isu lokal; (3) menyiapkan talenta di bidang sains, teknologi dan kewirausahaan berbasis inovasi (bukan hanya ranah digital); (4) mengurangi kesenjangan mutu antarsatuan pendidikan/antardaerah melalui model yang adaptif terhadap ketersediaan sumber daya; dan (5) memperkuat capaian delapan dimensi profil lulusan. Dengan implementasi yang terarah, STEM dapat menjadi pengungkit mutu pembelajaran sekaligus kontribusi nyata bagi terwujudnya Indonesia Emas 2045.

C Definisi Pembelajaran STEM

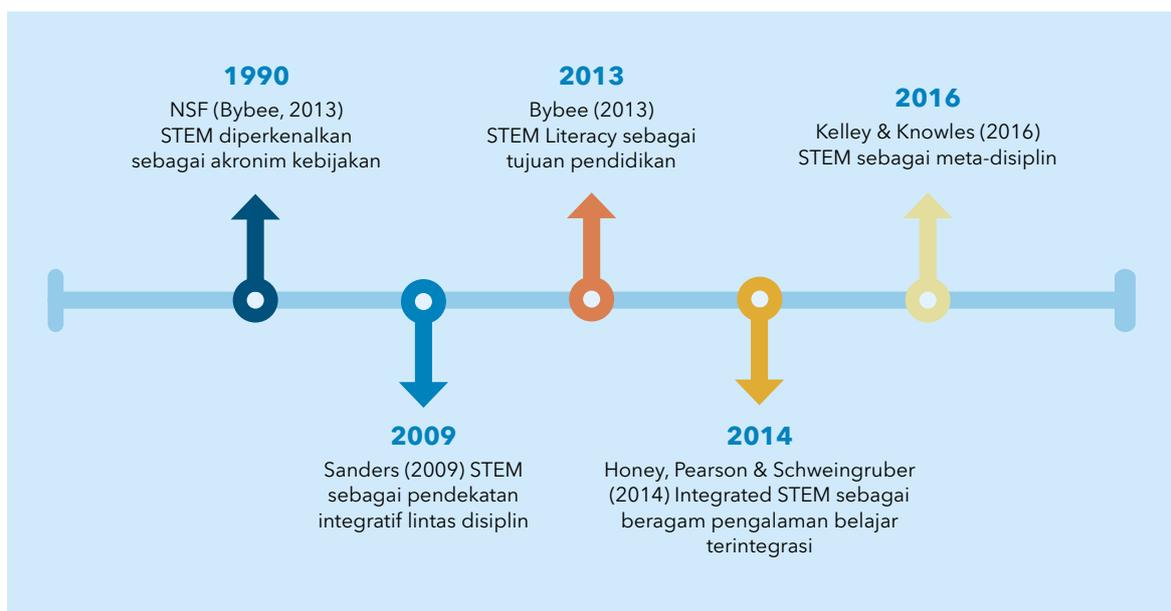
Sejak diperkenalkan oleh National Science Foundation (NSF) pada akhir 1990-an, STEM pada awalnya sekadar akronim kebijakan untuk mendukung daya saing bangsa (Blackley & Howell, 2015). Definisi untuk masing-masing terminologi tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Komponen STEM (Jolly, 2017)

Sains	Teknologi	Enjineri ^{*)}	Matematika
Sains adalah ilmu yang mempelajari fenomena alam, mencakup bidang-bidang seperti fisika, kimia, dan biologi.	Teknologi dapat diartikan sebagai segala bentuk inovasi atau alat buatan manusia yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan dan memudahkan pekerjaan manusia.	Enjineri merupakan proses merancang solusi untuk memecahkan masalah nyata dengan memanfaatkan prinsip sains, matematika, dan teknologi.	Matematika adalah ilmu yang mempelajari pola, hubungan, dan struktur melalui bilangan, bentuk, dan simbol untuk membantu memecahkan masalah secara logis dan sistematis.

^{*)} istilah Enjineri sudah resmi disadur dalam KBBI dan memiliki padanan kata dengan istilah "perekayasa". Dalam panduan ini, istilah Enjineri digunakan untuk menjelaskan terminologi STEM yang sudah familiar di kalangan pendidik. Untuk penjelasan lebih dalam terkait konsep dan karakteristik pembelajaran STEM akan digunakan istilah "proses enjineri".

Pemaknaan terhadap STEM kemudian mengalami pergeseran. Sanders (2009) menekankan pentingnya pendekatan lintas disiplin berbasis inkuiri dan desain rekayasa. Bybee (2013) memperkenalkan literasi STEM sebagai kemampuan memahami dunia dan mengambil keputusan berbasis bukti. Kelley & Knowles (2016) memandang STEM sebagai meta-disiplin yang menghapus batas antarbidang. Sementara itu, Honey, Pearson, & Schweingruber (2014) menegaskan keterhubungan antardisiplin untuk membangun literasi, keterampilan abad ke-21, dan kesiapan kerja. Dengan demikian, STEM berevolusi dari sekadar akronim kebijakan menjadi kerangka pendidikan integratif dan transformatif untuk memecahkan masalah nyata. Lini masa evolusi definisi pembelajaran STEM dapat dilihat pada gambar 4.



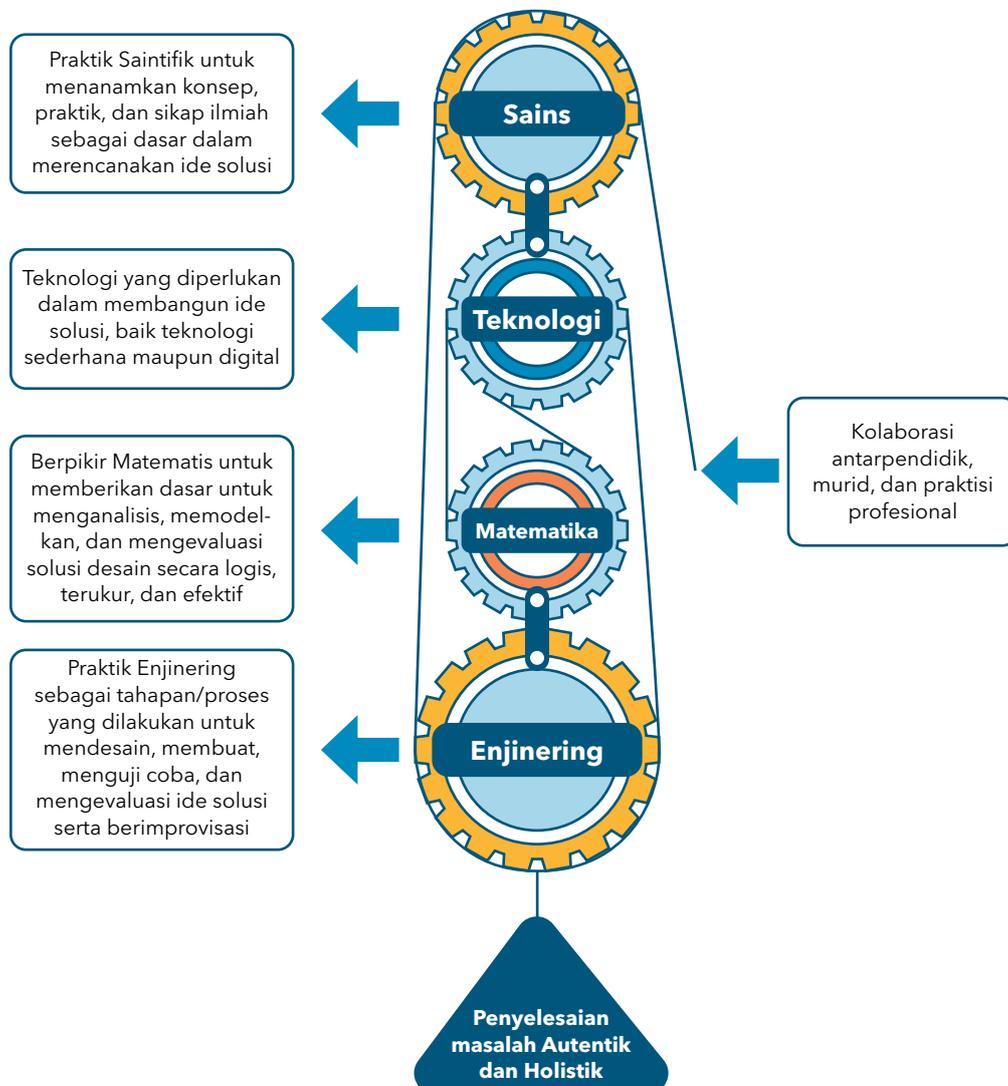
Gambar 4. Lini masa Evolusi Definisi Pembelajaran STEM

Dalam Naskah Akademik pembelajaran mendalam, pembelajaran STEM merupakan salah satu praktik pedagogis berfokus pada pemberian pengalaman belajar murid yang autentik, mengutamakan praktik nyata, serta mendorong keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kolaborasi (Kemendikdasmen, 2025).

Pembelajaran STEM dalam panduan ini dipahami sebagai pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai mata pelajaran, (tidak hanya IPA dan Matematika) serta berfokus pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari. Proses pembelajaran mencakup penyelidikan ilmiah dan siklus enjineri yang berulang, pemodelan matematis, dan pemanfaatan teknologi secara tepat guna.

STEM bersifat inklusif bagi seluruh murid, termasuk murid berkebutuhan khusus. Hasil belajar diakui setara, baik berupa produk fisik maupun aktivitas dan bukti proses. Inklusivitas diwujudkan melalui desain universal untuk pembelajaran (*Universal Design for Learning/UDL*), diferensiasi, serta akomodasi yang layak dan sesuai dengan jenjang pendidikan.

STEM dalam pembelajaran tidak hanya dipahami semata-mata sebagai kumpulan pengetahuan, melainkan lebih penting sebagai sebuah dampak nyata bagi murid. Pembelajaran STEM diarahkan untuk menghasilkan murid yang tidak hanya menguasai konsep, tetapi juga mampu menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari, sehingga memberikan kontribusi nyata bagi dirinya, satuan pendidikan, dan komunitas. Dalam penerapannya, setiap komponen STEM ini memiliki peran yang lebih spesifik dan saling terintegrasi untuk mendukung penyelesaian masalah secara holistik. Peran tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peran Setiap Komponen STEM dalam Pembelajaran (Kelley & Knowles, 2016)

Dengan memahami komponen tersebut, pendidik dan murid dapat melihat bagaimana STEM bukan sekadar kumpulan mata pelajaran, tetapi sebuah proses berpikir terpadu untuk menghasilkan solusi efektif.

D Karakteristik Pembelajaran STEM

Karakteristik pembelajaran STEM pada dasarnya mengacu kepada tujuan implementasinya secara umum, yaitu menerapkan dan mengintegrasikan pengetahuan antarsubjek yang diperoleh dari kegiatan belajar di kelas dalam menciptakan solusi terhadap masalah-masalah nyata di kehidupan sehari-hari melalui praktik saintifik dan engineering (Bybee, 2013). Berdasarkan tujuan tersebut, terdapat tiga hal yang menjadi karakteristik utama dalam pembelajaran STEM, sebagaimana terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Karakteristik Utama dalam Pembelajaran STEM (Bybe, 2013)

Berikut adalah penjelasan dari masing-masing karakteristik pembelajaran STEM.

1. Penyelesaian Masalah

Pembelajaran STEM melatih murid untuk menyelesaikan masalah dengan cara menghadirkan persoalan kontekstual dalam kegiatan belajar. Penyajian konten masalah ini bertujuan untuk membangun kepedulian murid terhadap isu-isu lokal yang ada di lingkungan sekitar mereka, sekaligus menumbuhkan rasa ingin tahu terhadap fenomena yang mereka alami secara langsung. Masalah yang disajikan tidak selalu harus berskala besar atau kompleks, tetapi dapat berupa permasalahan sederhana yang bermakna serta dapat dijadikan titik awal dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif murid.

Untuk mengembangkan pembelajaran STEM yang kontekstual dan bermakna, pendidik dapat memfasilitasi murid melalui berbagai aktivitas eksploratif, seperti observasi lapangan, diskusi kelas, wawancara dengan warga satuan pendidikan atau masyarakat sekitar, serta telaah terhadap berita atau laporan yang relevan. Kegiatan tersebut memungkinkan murid terlibat secara aktif dalam proses identifikasi masalah, sekaligus memperkuat pemahaman mereka terhadap keterkaitan antara ilmu pengetahuan dan kehidupan nyata.

2. Praktik Saintifik dan Enjinerig

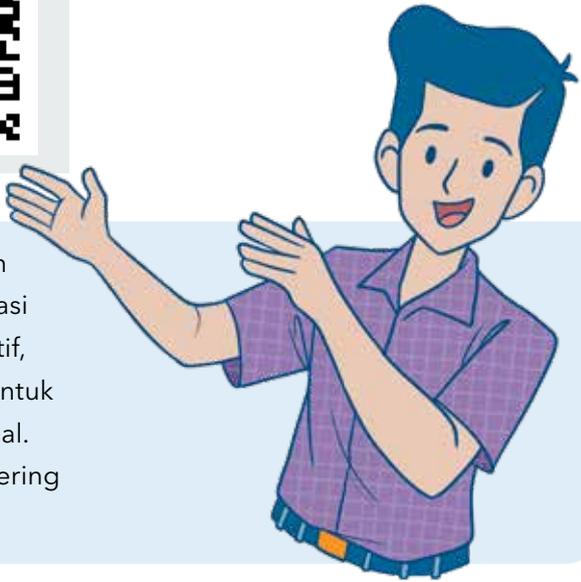
Dalam mendampingi murid menyelesaikan permasalahan yang diangkat dalam pembelajaran STEM, pendidik perlu menerapkan praktik saintifik dan enjinerig. Praktik ini merupakan serangkaian keterampilan dan proses yang digunakan ilmuwan serta insinyur dalam memahami fenomena alam dan menciptakan solusi teknologi (Bybee, 2011).

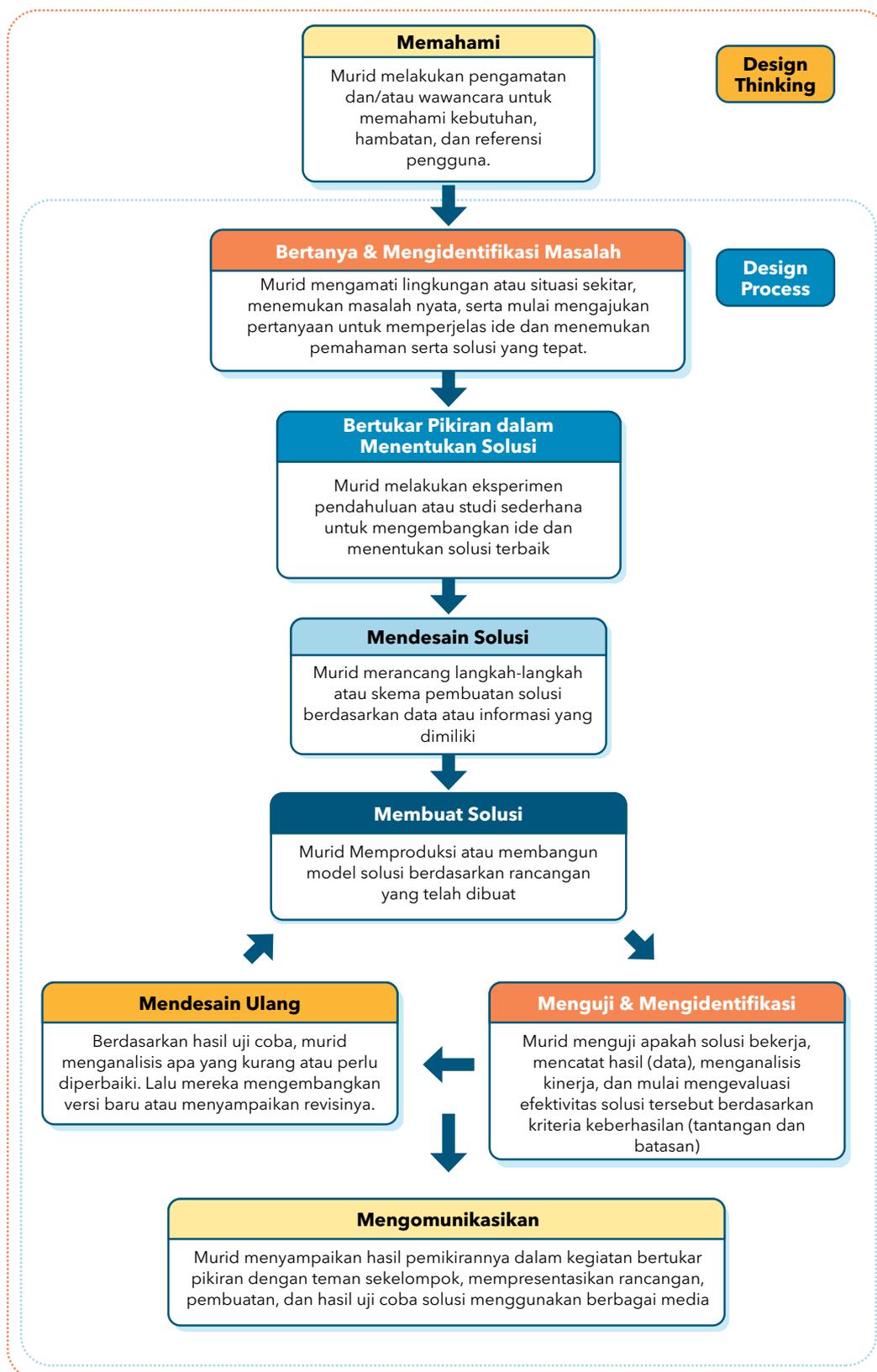
Meskipun terdapat variasi, praktik tersebut umumnya mencakup langkah-langkah dasar yang sama, baik yang menekankan pada design process (Jolly, 2017; Capraro, dkk, 2013; Museum of Science, 2025; Massachusetts Institute of Technology, 2014), maupun design thinking (White, 2016; Dam, 2025; Han, 2022; Design for Change, 2009).

A dark grey rectangular box containing a white right-pointing arrow icon inside a circle on the left, and a large black and white QR code on the right.

**Pindai Kode
Respons Cepat
berikut**

Dalam panduan ini, praktik saintifik dan enjinerig mengakomodasi kedua variasi tersebut dan dilaksanakan secara iteratif, artinya dapat dilakukan berulang kali untuk mendapatkan solusi yang paling optimal. Diagram alur praktik saintifik dan enjinerig ditunjukkan pada Gambar 6.

A cartoon illustration of a young man with dark hair, wearing a purple short-sleeved shirt and a blue belt. He is gesturing with his hands as if explaining something.



Gambar 7. Diagram Alur Praktik Saintifik dan Enjinerig

Pendidik yang telah memiliki pemahaman dalam mengimplementasikan pembelajaran STEM, dapat tetap menggunakan kerangka kerja *design process* maupun *design thinking* manapun yang dirasa lebih familiar. Sementara itu, praktik saintifik dan enjineri dalam panduan ini dapat dijadikan contoh yang dapat digunakan bagi pendidik yang baru memulai menerapkan pembelajaran STEM di kelas.

Pada dasarnya praktik saintifik dan enjineri dapat diterapkan untuk semua murid, termasuk murid berkebutuhan khusus, dengan memberikan akomodasi yang layak. Melalui prinsip UDL, pendidik dapat menyediakan berbagai cara untuk mengakses materi (teks, gambar, audio, taktil), mengomunikasikan hasil (model, catatan, foto/video, presentasi lisan), dan terlibat dalam kegiatan. Langkah kerja dilakukan secara sederhana dan konsisten; alat yang digunakan mudah dan aman; serta pembagian peran disesuaikan dengan kemampuan masing-masing murid. Penilaian menekankan proses dan produk dengan kriteria jelas, tetapi tetap sehingga kegiatan praktik saintifik dan enjineri tetap bermakna, adil, dan menantang bagi semua.

Pelaksanaan praktik saintifik dan enjineri yang terstruktur ini penting karena memberikan kerangka kerja untuk merumuskan solusi paling tepat, sekaligus melatih keterampilan pemecahan masalah dan penalaran logis murid. Penerapan praktik ini juga menjadikan pembelajaran STEM lebih kontekstual dan bermakna, sehingga murid tidak hanya tahu apa, tetapi juga bagaimana dan mengapa sesuatu bekerja. Selain itu, murid dapat terlatih dalam menentukan keputusan dengan mempertimbangkan sebab akibat serta dampak jangka panjang.

3. Integrasi Lintas Disiplin Ilmu

Inti dari pembelajaran STEM tidak hanya melatih murid memecahkan masalah dengan praktik saintifik dan enjineri, tetapi juga mengintegrasikan berbagai konsep lintas mata pelajaran untuk menemukan solusi yang utuh. Kompleksitas masalah dunia nyata seperti perubahan iklim, krisis energi, atau keberlanjutan lingkungan yang tidak mungkin dijawab oleh satu disiplin ilmu saja. Oleh karena itu, kemampuan mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu perlu dilatihkan melalui pembelajaran STEM. Integrasi ini mencakup spektrum mulai dari **multidisipliner** hingga **transdisipliner** seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.



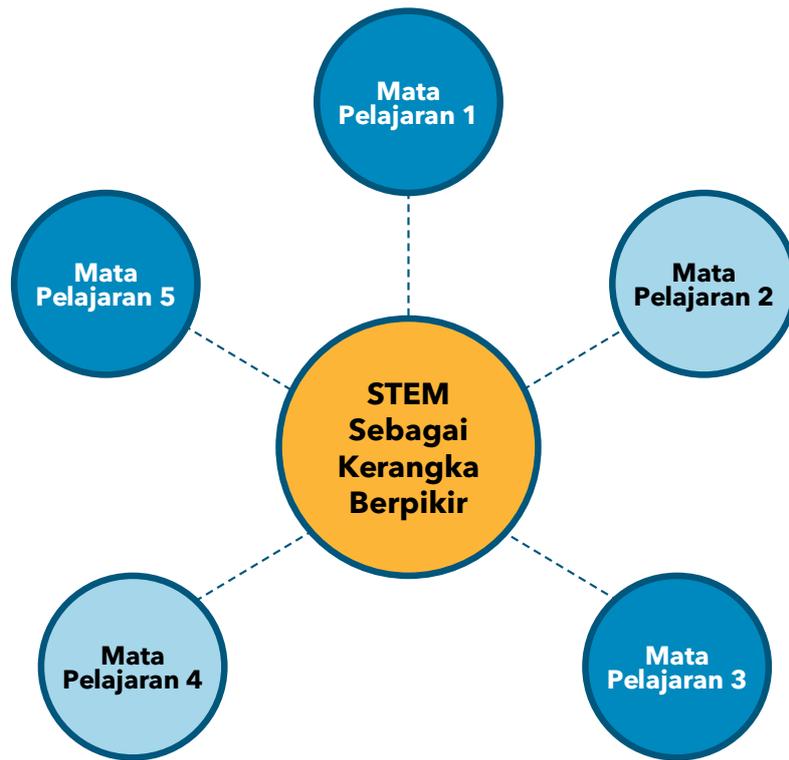
Gambar 8. Integrasi Lintas Disiplin Ilmu

E Perspektif Implementasi Pembelajaran STEM

Pembelajaran STEM dapat diimplementasikan di satuan pendidikan melalui tiga perspektif yang telah dijelaskan di atas. Di Indonesia tiga diantaranya yang sering digunakan adalah STEM sebagai Kerangka Berpikir Lintas Mata Pelajaran, STEM sebagai Pendekatan Terpadu, dan STEM sebagai mata pelajaran.

1. STEM sebagai Kerangka Berpikir Lintas Mata Pelajaran

Perspektif pertama menjadikan STEM sebagai pendekatan lintas mata pelajaran yang dapat diimplementasikan oleh semua pendidik dengan menempatkan STEM sebagai kerangka berpikir dan pengorganisasian pembelajaran yang berbasis pada isu nyata. Pada perspektif ini, STEM dapat diimplementasikan oleh semua mata pelajaran termasuk dari bidang non-STEM seperti bahasa, seni, dan IPS. Dengan perspektif ini, pembelajaran STEM menjadi mudah diadaptasi di berbagai kondisi satuan pendidikan. Praktik baik model ini terlihat di Finlandia dan Inggris yang mengembangkan proyek lintas kurikulum berbasis komunitas dan fenomena lokal. Praktik baik tersebut tidak bergantung pada fasilitas canggih, sehingga sangat cocok diterapkan di satuan pendidikan Indonesia yang memiliki keterbatasan sarana, sekaligus mendukung penguatan budaya kolaboratif antarpendidik dan asesmen berbasis autentik.



Gambar 9. Ilustrasi STEM Sebagai Kerangka Berpikir Lintas Mata Pelajaran

- Praktik di satuan pendidikan:** pendidik dari berbagai bidang berkolaborasi mengembangkan proyek autentik berbasis konteks nyata. Misalnya, proyek energi terbarukan yang menggabungkan Fisika, Ekonomi, dan Bahasa Indonesia.



Satuan pendidikan dapat mengintegrasikan pembelajaran STEM dengan bidang lain dan mengembangkannya menjadi terminologi yang lebih luas, seperti: Sains, Teknologi, Enjinereng, Arts, dan Matematika (STEAM); Sains, Teknologi, Religion, Enjinereng, Arts, dan Matematika (STREAM); Sains, Teknologi, Enjinereng, Arts, Matematika, Montessori, Islamic Value (STEAMMI), dan lain sebagainya sesuai dengan kondisi dan karakteristik masing-masing satuan pendidikan.

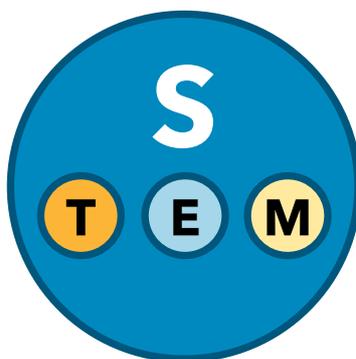
- Keunggulan:** semua pendidik terlibat dalam literasi STEM, relevan dengan berbagai konteks, menguatkan dimensi profil lulusan, dan cocok untuk pembelajaran blok-tematik.

2. STEM sebagai Pendekatan Terpadu

Perspektif kedua mengintegrasikan keempat disiplin STEM ke dalam satu unit pembelajaran atau modul berbasis proyek. Model ini memadukan mata pelajaran Sains, Teknologi, Enjineri, dan Matematika secara terencana dalam bentuk proyek kontekstual yang menuntut keterlibatan murid secara aktif. Negara-negara seperti Finlandia dengan pendekatan *phenomenon-based learning*, Singapura melalui *Applied Learning Programme (ALP)*, dan Australia lewat Strategi STEM Nasional telah menerapkan model ini secara konsisten untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan abad ke-21.

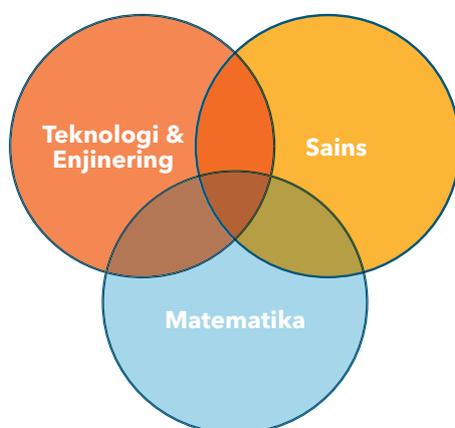
Dalam penerapannya, model ini dapat dijalankan melalui dua bentuk utama:

1. Pendekatan Tertanam/*Embedded*: Satu mata pelajaran utama (misalnya IPA) menyisipkan elemen disiplin lain (misalnya proses desain rekayasa atau pemodelan matematika) untuk mencapai tujuan mata pelajaran utama itu.



Gambar 10. Ilustrasi Pendekatan Tertanam
Sumber: Subayani dkk., 2022

2. Pendekatan Terpadu/*Integrated*: Beberapa disiplin digabung dalam satu unit, proyek, atau mata pelajaran terpadu.



Gambar 11. Ilustrasi Pendekatan Terpadu
Sumber: Subayani dkk., 2022

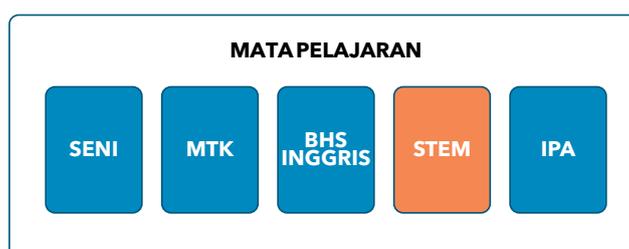
- ➔ **Praktik di satuan pendidikan:** model ini sering diterapkan pada modul tematik. Misalnya, murid jenjang SMP/MTs melakukan pembelajaran dengan modul pertanian modern yang di dalamnya memuat mata pelajaran menganalisis proses fotosintesis dan variabel yang memengaruhi pertumbuhan tanaman (IPA); kemudian menghitung kebutuhan nutrisi dan air, mengukur pertumbuhan tanaman, serta mengolah data menjadi grafik (Matematika); menerapkan aspek teknologi yang dilakukan pada alat pemantau kelembaban dan suhu udara; serta enjineri pada kegiatan merancang sistem pertanian modern.

- ➔ **Praktik STEM di PAUD:** model ini melibatkan pengintegrasian sains, teknologi, enjineri, dan matematika melalui aktivitas bermain dan proyek berbasis masalah untuk mengembangkan rasa ingin tahu, pemecahan masalah, kreativitas, dan kolaborasi pada anak. Misalnya, kegiatan anak bermain membangun menara dari balok, dapat melatih konsep belajar matematika tentang konsep tinggi dan berat serta belajar enjineri tentang bagaimana membuat gedung yang kokoh dan stabil. Contoh lain, ketika anak menanam biji, ia belajar sains tentang proses pertumbuhan tanaman sekaligus melatih keterampilan matematika dengan mengukur tinggi tanaman.

- ➔ **Keunggulan:** mempermudah murid melihat keterkaitan konsep, merangsang pemecahan masalah secara holistik, efektif untuk pembelajaran berbasis proyek, dan lebih fleksibel untuk diterapkan di PAUD sampai dengan jenjang SMP/MTs.

3. STEM sebagai Mata Pelajaran

Pada perspektif ini, STEM diposisikan sebagai mata pelajaran khusus yang berdiri sendiri di dalam kurikulum, bukan sekadar terintegrasi dalam suatu proyek lintas mata pelajaran. Model ini umum ditemukan di negara atau satuan pendidikan yang memiliki jalur khusus untuk mempersiapkan murid ke bidang sains, teknologi, enjineri, dan matematika di tingkat perguruan tinggi atau dunia kerja.



Gambar 12. Ilustrasi Pendekatan Terpadu

Sumber: Subayani dkk., 2022

- ➔ **Praktik di satuan pendidikan:** STEM ditawarkan sebagai mata pelajaran atau rumpun peminatan tersendiri di jadwal pelajaran. Materi disusun secara khusus, misalnya STEM Strand di Filipina atau STEM sebagai mata pelajaran pilihan di beberapa satuan pendidikan Amerika Serikat. Pembelajaran lebih fokus pada pendalaman materi, praktik laboratorium, proyek inovasi, dan persiapan kompetisi atau riset. Model ini juga dapat mencakup pembelajaran keahlian tambahan seperti pemrograman, desain teknis, atau riset ilmiah yang lebih spesifik.
- ➔ **Keunggulan** Memberikan kedalaman materi dengan jalur belajar yang jelas (*pipeline*) menuju fakultas teknik, ilmu komputer, atau bidang sains murni. Model ini memudahkan satuan pendidikan menyediakan fasilitas dan laboratorium khusus. Proses seleksi murid lebih terarah untuk mereka yang berminat dan berbakat di bidang STEM. Fokus utamanya adalah mempersiapkan lulusan yang siap melanjutkan studi atau bekerja di bidang berbasis teknologi dan inovasi. Meskipun menawarkan spesialisasi yang kuat, model ini membutuhkan kesiapan tinggi dari sisi pendidik, laboratorium, serta dukungan infrastruktur, sehingga lebih tepat diterapkan pada satuan pendidikan unggulan atau klaster prioritas dengan fasilitas memadai.

Dalam pelaksanaannya, pembelajaran STEM menyesuaikan tahap perkembangan murid dan karakteristik satuan pendidikan: PAUD-SD awal, fokus pada eksplorasi konkret, inkuiri terpandu, dan representasi multimodal; SD atas-SMP, fokus pada pengintegrasian konsep lintas disiplin dan pengenalan proses desain yang berulang (merumuskan masalah-mendesain-menguji-memperbaiki); SMA/SMK/MA, fokus pada proyek rekayasa yang lebih kompleks, pemodelan, dan kemitraan eksternal (kampus/industri/komunitas); SLB, fokus pada fungsional, eksplorasi multisensori dan kemandirian; pendidikan kesetaraan, pelaksanaan pembelajaran STEM dapat disesuaikan dengan jenjang pada program paket A, paket B atau paket C.

F Tujuan Pembelajaran STEM

Pembelajaran STEM bertujuan untuk meningkatkan kemampuan murid dalam menerapkan pengetahuan yang diperoleh dalam pembelajaran untuk memecahkan masalah dunia nyata melalui praktik saintifik dan engineering (Bybee, 2013). Melalui pembelajaran STEM ini, murid membangun sendiri pemahaman melalui aktivitas nyata dan lintas disiplin ilmu untuk memecahkan masalah dunia nyata. Hal ini sekaligus menguatkan implementasi pembelajaran mendalam yang berpijak pada pandangan konstruktivisme. Selain itu, pembelajaran STEM ini juga merupakan salah satu praktik pedagogis yang dapat menumbuhkan delapan dimensi profil lulusan karena mengutamakan pembelajaran kolaboratif lintas disiplin ilmu melalui pembelajaran kokurikuler (BSKAP, 2025). Peran pembelajaran STEM dalam menguatkan profil lulusan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 2 Peran Pembelajaran STEM dalam Penguatan Dimensi Profil Lulusan

Dimensi Profil Lulusan	Peran Pembelajaran STEM dalam Penguatan Dimensi Profil Lulusan
1 Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME	Meningkatkan rasa syukur, keimanan, dan ketakwaan terhadap Tuhan Yang Maha Esa melalui pemahaman keteraturan, dan keindahan alam semesta, serta kemajuan teknologi selama proses perancangan solusi yang bermanfaat bagi kesejahteraan manusia dan kelestarian lingkungan.
2 Kewargaan	Meningkatkan kesadaran dan kepedulian untuk terlibat dalam pembahasan isu-isu lokal maupun global (seperti perubahan iklim, pemanasan global, kualitas lingkungan dan keterbatasan sumber daya alam) serta aksi nyata bagi lingkungan dan masyarakat.
3 Penalaran Kritis	Meningkatkan keterampilan bernalar kritis dalam merancang solusi berbasis data, menganalisis dan mengevaluasinya untuk memecahkan masalah di dunia nyata yang ada di sekitarnya menggunakan sains, teknologi, enjineri, dan matematika.
4 Kreativitas	Meningkatkan kreativitas dalam menemukan solusi inovatif dan menghasilkan karya orisinal melalui aktivitas praktik saintifik dan enjineri.
5 Kolaborasi	Dimensi kolaborasi adalah individu yang mampu bekerja sama secara efektif dengan orang lain secara gotong royong untuk mencapai tujuan bersama melalui pembagian peran dan tanggung jawab. Mereka menjalin hubungan yang kuat, menghargai kontribusi setiap anggota tim, serta menunjukkan sikap saling menghormati meskipun terdapat perbedaan pendapat atau latar belakang.
6 Kemandirian	Dimensi kemandirian artinya murid mampu bertanggung jawab atas proses dan hasil belajarnya sendiri dengan

	<p>menunjukkan kemampuan untuk mengambil inisiatif, mengatasi hambatan, dan menyelesaikan tugas secara tepat tanpa bergantung pada orang lain. Mereka memiliki kebebasan dalam menentukan pilihan, menguasai dirinya, serta gigih dalam berusaha untuk mencapai tujuan.</p>
<p>7 Kesehatan</p>	<p>Dimensi kesehatan menggambarkan murid yang sehat jasmani, menjalankan kebiasaan hidup sehat, memiliki fisik yang bugar, sehat, dan mampu menjaga keseimbangan kesehatan mental dan fisik untuk mewujudkan kesejahteraan lahir dan batin (<i>well-being</i>).</p>
<p>8 Komunikasi</p>	<p>Murid memiliki kemampuan komunikasi yang baik untuk menyampaikan ide, gagasan, dan informasi dengan jelas serta berinteraksi secara efektif dalam berbagai situasi. Dimensi ini memungkinkan murid untuk berinteraksi dengan orang lain, berbagi serta mempertahankan pendapat, menyampaikan sudut pandang yang beragam, dan aktif terlibat dalam kegiatan yang membutuhkan interaksi dua arah.</p>

Tujuan pembelajaran STEM dalam rangka penguatan dimensi profil lulusan tersebut, dibedakan berdasarkan standar kompetensi lulusan pada masing-masing jenjang pendidikan; PAUD, SD/MI (Fase A, B dan C), SMP/MTs (Fase D), SMA/SMK/MA (Fase E dan F), SLB serta pendidikan kesetaraan.

Kerangka Pembelajaran STEM



2 Kerangka Pembelajaran STEM

A Praktik Pedagogis

Pembelajaran STEM merupakan salah satu praktik pedagogis pada pembelajaran mendalam. Pembelajaran STEM dapat difungsikan sebagai pendekatan maupun dilaksanakan dengan menggunakan model pembelajaran yang dapat mengakomodasi praktik saintifik dan enjineriing sebagai proses menyelesaikan masalah. Dalam pelaksanaan praktik pedagogis pembelajaran STEM ini pun didukung dengan penggunaan berbagai media belajar dan penyediaan berbagai sumber belajar, baik dalam bentuk teknologi sederhana maupun teknologi mutakhir. Contoh-contoh model pembelajaran berikut hanya sebagai referensi, pendidik dapat juga memilih model pembelajaran lainnya yang paling sesuai dengan kesiapan dan kondisi satuan pendidikan masing-masing.

1. Pembelajaran Berbasis Proyek

1) Pembelajaran Berbasis Proyek Lucas

Model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) ini dikembangkan oleh The George Lucas Educational Foundation dan dipublikasikan pada tahun 2007. PjBL menurut Lucas berfokus pada pertanyaan esensial, keterlibatan aktif murid, pembelajaran lintas disiplin, konteks dunia nyata, kolaborasi-refleksi, dan produk nyata yang berdampak. Penjelasan tahapan PjBL Lucas dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 3 Tahapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Lucas (Lucas, 2007)

Tahapan	Penjelasan	Aktivitas Pembelajaran STEM
Memulai dengan Pertanyaan Esensial	Memulai pembelajaran dengan pertanyaan terbuka yang menantang dan relevan.	Pendidik memberikan pertanyaan pemantik kepada murid untuk mengenali masalah nyata dan menetapkan kebutuhan yang harus dipenuhi.
Merancang Rencana Proyek	Merancang proyek, menentukan tujuan, aktivitas, dan sumber daya.	Murid mengumpulkan informasi, mempelajari konsep, dan mulai membayangkan berbagai solusi kemudian merancang solusi.

Tahapan	Penjelasan	Aktivitas Pembelajaran STEM
Membuat Jadwal	Membuat jadwal dan tenggat waktu yang jelas.	Murid menyusun rencana detail untuk membuat solusi yang akan diuji.
Memantau Murid dan Perkembangan Proyek	Memfasilitasi, memantau, dan membimbing kolaborasi murid.	Murid membuat solusi, sementara pendidik memantau dan memberikan umpan balik agar proses berjalan sesuai rencana.
Menilai Hasil Proyek	Menilai hasil proyek dengan berbagai cara, termasuk penilaian diri oleh murid.	Murid menguji produk/ solusi yang telah dibuat untuk memastikan pemenuhan kriteria yang ditetapkan, sementara pendidik menilai efektivitasnya.
Mengevaluasi Pengalaman	Melakukan refleksi tentang proses, hasil, dan perbaikan untuk proyek berikutnya.	Murid melakukan perbaikan jika perlu, lalu mengomunikasikan proses dan hasil proyek.

2) Pembelajaran Berbasis Proyek Laboy-Rush

Model ini dikenal dengan *Project Based Learning* (PjBL) STEM yang dikemukakan Diana Laboy-Rush pada tahun 2010. Model ini fokus pada pemecahan masalah nyata melalui proyek multidisipliner. Tahapan model pembelajaran PjBL STEM dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 4 Tahapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Laboy-Rush (Laboy-Rush, 2010)

Tahapan	Penjelasan	Aktivitas Pembelajaran STEM
Merefleksi	Memunculkan kesadaran masalah dan merumuskan pertanyaan pemantik.	Murid mengenali masalah nyata, menghubungkannya dengan kehidupan sehari-hari, dan mendefinisikan kebutuhan yang harus dipenuhi.
Meneliti	Mengumpulkan data ilmiah, teori relevan, dan solusi yang sudah ada.	Murid mengumpulkan informasi, mempelajari konsep ilmiah/ teknologi, dan memahami batasan atau kriteria yang harus dipenuhi.

Tahapan	Penjelasan	Aktivitas Pembelajaran STEM
Mengeksplorasi dan Menemukan	Mendesain purwarupa awal, melakukan eksperimen kecil, dan menarik temuan awal.	Murid mulai merancang solusi, membuat berbagai ide, memilih yang paling potensial, dan membuat rencana kerja.
Mengaplikasikan	Mengintegrasikan temuan ke produk final; iterasi & optimasi.	Murid membuat solusi, menguji hasilnya, lalu memperbaiki jika ada kekurangan.
Mengomunikasikan	Menyajikan proses dan hasil, merefleksikan pembelajaran, serta menerima umpan balik.	Murid melakukan perbaikan desain jika diperlukan, kemudian mempresentasikan produk dan proses pengerjaannya.

3) Empat Tahap Pembelajaran Berbasis Proyek

Model pembelajaran Empat Tahap Pembelajaran Berbasis Proyek (*Four Stage Project-based Learning*) dikembangkan oleh SEAMEO STEM-ED pada tahun 2022. Model ini mengubah murid dari penerima informasi menjadi pemecah masalah aktif, sambil menanamkan pembelajaran bermakna dan berbasis pengalaman langsung. Tahapan model pembelajaran ini dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 5 Tahapan Model Empat Tahap Pembelajaran Berbasis Proyek (Windale, M., dkk, 2022)

Tahapan	Penjelasan	Aktivitas Pembelajaran STEM
Memperkenalkan Masalah dan Konteks	Memperkenalkan masalah nyata yang relevan untuk membangkitkan motivasi mencari solusi.	Murid mengenali masalah nyata, memahami konteks, dan mengetahui kebutuhan yang harus dipenuhi.
Mengembangkan Pemahaman dan Keterampilan	Mempelajari pengetahuan, keterampilan, dan informasi yang diperlukan melalui riset, eksperimen, serta aktivitas inkuiri lainnya.	Murid mencari informasi, mempelajari konsep yang relevan, serta mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan untuk merancang solusi.

Tahapan	Penjelasan	Aktivitas Pembelajaran STEM
Memecahkan Masalah	Merancang dan membuat solusi atau purwarupa, mengujinya, kemudian melakukan perbaikan berdasarkan umpan balik.	Murid membuat ide solusi, merancang rencana, membuat purwarupa, menguji hasilnya, dan memperbaikinya berdasarkan umpan balik.
Mengomunikasikan Solusi	Mempresentasikan solusi atau produk akhir kepada audiens melalui presentasi, laporan, pameran, atau media lainnya.	Murid menyampaikan hasil solusi/purwarupa, menjelaskan cara kerjanya, serta memberikan alasan dan bukti mengapa solusi tersebut dipilih.

Dalam dunia pendidikan, pemanfaatan kecerdasan artifisial (KA) dapat dibagi menjadi dua ranah: *AI for learning* dan *learning AI*. Panduan ini fokus pada *AI for learning*, yaitu bagaimana pendidik dapat menggunakan KA untuk mendukung pembelajaran dan pembimbingan. Sedangkan *learning AI*, yaitu KA sebagai materi atau muatan pembelajaran, akan diuraikan secara khusus pada Panduan Mata Pelajaran Koding dan Kecerdasan Artifisial.

2. Model Pembelajaran Berbasis Masalah

Salah satu model pembelajaran berbasis masalah atau *problem based learning* (PBL) yang dapat digunakan dalam pembelajaran STEM adalah PBL Wurdinger & Carlson (2010). Model PBL ini fokus pada melatih proses berpikir kritis, kolaborasi, dan refleksi murid melalui kegiatan menyelesaikan masalah autentik dan kontekstual. Tahapan model PBL dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 6 Tahapan Model PBL (Wurdinger & Carlson, 2010)

Tahapan	Penjelasan	Aktivitas Pembelajaran STEM
Pendefinisian Masalah	Memahami masalah autentik yang diberikan atau ditemukan dalam kehidupan nyata	Murid mengidentifikasi masalah nyata di sekitar dan menentukan tujuan solusi.
Diagnosis Awal	Menganalisis masalah dengan menghubungkan pengetahuan awal yang mereka miliki.	Murid menganalisis pengetahuan awal serta membuat ide atau rancangan awal solusi.

Tahapan	Penjelasan	Aktivitas Pembelajaran STEM
Penelitian/ Penyelidikan	Melakukan pencarian informasi, baik melalui studi pustaka, observasi, eksperimen, maupun diskusi.	Murid mencari informasi, merancang, dan mulai membuat purwarupa sederhana.
Pemahaman Bersama	Membagikan hasil penelitian, mendiskusikan temuan, serta menyepakati pemahaman dan solusi bersama.	Murid menguji, merevisi, lalu mempresentasikan solusi yang disepakati bersama.

3. Model Siklus Pembelajaran 5E

Siklus pembelajaran 5E atau *Learning Cycle 5E* adalah model pembelajaran berbasis inkuiri yang dikembangkan oleh Biological Sciences Curriculum Study (BSCS). Model ini menggunakan lima tahapan utama yang semuanya dimulai dengan huruf "E". Model pembelajaran ini bertujuan membantu murid belajar aktif, membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung, dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Tahapan model siklus pembelajaran 5E dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 7 Tahapan Model Siklus Pembelajaran 5E (Bybee, dkk., 2006)

Tahapan	Penjelasan	Aktivitas Pembelajaran STEM
<i>Engagement</i> (Eksitasi awal)	Membangkitkan minat, rasa ingin tahu, dan menghubungkan konsep dengan pengalaman sebelumnya.	Murid diajak memahami masalah nyata dan merumuskan pertanyaan yang akan dijawab dengan solusi enjinering.
<i>Exploration</i> (Eksplorasi)	Melakukan kegiatan penyelidikan/ eksperimen untuk menemukan konsep secara mandiri.	Murid mengeksplorasi ide, melakukan percobaan sederhana, dan mulai merancang solusi awal.
<i>Explanation</i> (Eksplanasi)	Mendiskusikan temuan, memberikan penjelasan, dan memperkenalkan istilah/konsep ilmiah.	Murid menghubungkan temuan mereka dengan konsep ilmiah untuk memperkuat dasar rancangan solusi.

Tahapan	Penjelasan	Aktivitas Pembelajaran STEM
<i>Elaboration</i> (Elaborasi)	Menerapkan konsep pada situasi baru atau lebih kompleks, serta memperdalam pemahaman.	Murid membuat purwarupa, menguji, lalu menyempurnakan solusi berdasarkan hasil percobaan.
<i>Evaluation</i> (Evaluasi)	Menilai pemahaman melalui refleksi, presentasi, atau tes.	Murid mempresentasikan hasil rancangan, menguji, mengevaluasi, dan merefleksi apa yang bisa ditingkatkan.

B Lingkungan Belajar

Untuk mendukung karakteristik pembelajaran STEM maka dibutuhkan lingkungan pembelajaran yang menempatkan murid sebagai pusat pembelajaran dan mendorong kolaborasi, eksplorasi, serta refleksi dalam pengalaman belajar yang autentik dan relevan. Lingkungan pembelajaran menekankan integrasi antara ruang fisik, ruang virtual, dan budaya belajar untuk mendukung pembelajaran mendalam. Ruang fisik dan virtual dirancang fleksibel sebagai tempat yang mendorong kolaborasi, refleksi, eksplorasi, dan berbagi ide sehingga dapat mengakomodasi berbagai gaya belajar murid secara optimal.

1 Desain Ruang Fisik dan Virtual yang Mendukung Kolaborasi dan Fleksibilitas

Ruang fisik, seperti kelas fleksibel, laboratorium, ruang karya (*makerspace*), hingga lingkungan luar ruangan, perlu dirancang untuk mendukung kerja tim, diskusi, dan eksperimen. Ruang-ruang ini memungkinkan murid mengembangkan pemahaman lintas disiplin dan berkolaborasi dalam menyelesaikan tantangan dunia nyata. Selain itu, ruang virtual yang terintegrasi seperti platform pembelajaran digital, simulasi interaktif, dan sistem manajemen pembelajaran menjadi sarana yang dapat memperluas pengalaman belajar lintas waktu dan tempat (Yang & Baldwin, 2020; Alom & Ranjan, 2024).

Dalam konteks ini, integrasi teknologi memainkan peran penting, tidak hanya sebagai media belajar tetapi juga sebagai alat produktivitas dan eksplorasi. Penggunaan Realitas Berimbuh (*Augmented Reality/AR*), Realitas Virtual (*Virtual Reality/VR*), simulasi sains digital, hingga perangkat lab jauh memungkinkan murid belajar melalui pengalaman yang tidak dapat diperoleh hanya dari buku teks (de Jong et al., 2013; Hsu et al., 2017).

2 Budaya Belajar yang Menumbuhkan Rasa Ingin Tahu dan Kreativitas

Lingkungan belajar STEM menumbuhkan budaya belajar berbasis rasa ingin tahu, ketangguhan, kreativitas, dan pemikiran reflektif. Prinsip-prinsip pembelajaran mendalam seperti kolaborasi, kreativitas, komunikasi, kewarganegaraan, dan karakter diinternalisasi melalui pengalaman yang terstruktur dan terarah (Fullan, Quinn, & McEachen, 2018). Murid tidak hanya diajak menyerap informasi, tetapi juga membangun pengetahuan melalui interaksi, eksplorasi masalah kontekstual, dan refleksi proses belajar.

3 Kontekstualisasi Pengalaman Belajar yang Berorientasi Dunia Nyata

Pembelajaran STEM yang kontekstual mengaitkan konsep-konsep ilmiah, teknologi, enjineri, dan matematika dengan isu-isu nyata dalam kehidupan sehari-hari dan komunitas lokal. Glancy dan Moore (2013) menekankan pentingnya pembelajaran yang berbasis pada pemecahan masalah autentik, seperti merancang turbin angin untuk satuan pendidikan atau menciptakan solusi pemurnian air. Kegiatan semacam ini menciptakan pembelajaran situasional, yang menekankan pada pengalaman murid yang tidak hanya bermakna secara akademik, tetapi juga secara sosial dan pribadi serta mempersiapkan murid agar lebih siap menghadapi perubahan iklim.

4 Inklusivitas dan Aksesibilitas untuk Semua Murid

Lingkungan pembelajaran STEM harus inklusif dan responsif terhadap keragaman kebutuhan murid. Pembelajaran berdiferensiasi, strategi aksesibilitas, dan teknologi bantu menjadi bagian penting untuk memastikan tidak ada murid yang tertinggal. Pendidik berperan sebagai fasilitator yang menyediakan pengalaman belajar yang dapat diakses oleh semua, termasuk murid dengan hambatan belajar atau berkebutuhan khusus (Alom & Ranjan, 2024; Yang & Baldwin, 2020).

5 Evaluasi dan Umpan Balik Berkelanjutan

Lingkungan pembelajaran juga harus memberikan ruang bagi evaluasi formatif dan refleksi berkelanjutan. Penggunaan analitika pembelajaran, portofolio digital, dan instrumen penilaian diri membantu murid dan pendidik memahami perkembangan belajar secara dinamis dan berbasis data (Moore et al., 2013).

C Kemitraan Pembelajaran

Agar pembelajaran STEM menghasilkan solusi bagi persoalan dunia nyata, diperlukan kemitraan lintas-pihak sesuai konteks tema pembelajaran yang dilakukan. Kemitraan ini dapat melibatkan kolaborasi antarpendidik lintas mata pelajaran untuk merancang proyek terpadu, dukungan industri yang menyediakan studi kasus dan teknologi, keterlibatan masyarakat

sebagai sumber data lapangan atau umpan balik lokal dan lembaga pemerintah atau Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) seperti organisasi yang bergerak di bidang lingkungan, penanganan bencana alam, dan kesehatan. Kemitraan akan membuka peluang terciptanya inovasi berkelanjutan yang berdampak langsung pada aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Tabel 10 menunjukkan pilar kemitraan yang dapat dijalin pihak satuan pendidikan dalam implementasi pembelajaran STEM.

Tabel 8 Kemitraan Pembelajaran

Pilar Kemitraan	Deskripsi
<p>Pendidik lintas mata pelajaran di satuan pendidikan</p>	<p>Pada tingkat satuan pendidikan, kerangka STEM dimulai dari desain kurikulum trans- dan inter-disipliner. Pendidik di satuan pendidikan perlu menjalin kemitraan dengan pendidik lainnya (lintas mata pelajaran), misalnya guru IPA, Matematika, Informatika, dan IPS bekerja dalam tim pengajar untuk merancang proyek terpadu (misal pada tema isu sosiosaintifik-SSI seperti pencemaran lingkungan). Implementasi pembelajaran lintas disiplin ilmu ini membiasakan murid melihat persoalan secara holistik dan melatih keterampilan berpikir sistem.</p> <p>Contoh dalam pembelajaran pencemaran air. Guru IPA dapat memulai pembelajaran dengan memantik rasa ingin tahu lewat tayangan kondisi Sungai Citarum (atau Sungai terdekat yang tercemar) kemudian murid melaksanakan pembelajaran mengenai kualitas air bersih berdasarkan pH-nya, kekeruhan, kandungan nitrat serta bakteri koliform. Guru IPA juga dapat memberikan penekanan konsep-konsep terkait dengan pembelajaran mendalam. Sedangkan guru Matematika dapat memfasilitasi analisis data seperti menekankan pada cara menghitung rata-rata, simpangan baku, dan membuat diagram sebar hubungan konsentrasi polutan dengan jarak sumber limbah termasuk mempelajari regresi linear sederhana untuk memprediksi berapa lama konsentrasi akan turun hingga memenuhi baku mutu. Adapun guru informatika membimbing murid dalam merancang sistem pemantauan kualitas air</p> <p>berbasis sensor atau mikrokontroler (d disesuaikan ketersediaan teknologi yang ada di lingkungan satuan pendidikan) untuk mengukur pH, Padatan Terlarut Total, dan kekeruhan termasuk cara memvisualisasi data. Kemudian untuk guru IPS dapat melakukan pembahasan untuk menyoroti dimensi sosial-ekonomi seperti siapa saja pemangku kepentingan sungai (industri, petani, warga), peraturan pemerintah, serta kerugian ekonomi dari air tercemar. Berdasarkan hasil riset ini, murid dapat membuat purwarupa sistem pengolahan air baik secara fisika maupun biologi atau memberikan rekomendasi kepada penyusun kebijakan atau masyarakat berdasarkan hasil risetnya.</p>

Pilar Kemitraan	Deskripsi
Dunia Kerja	<p>Kemitraan satuan pendidikan dengan dunia usaha dan dunia industri dalam melaksanakan pembelajaran STEM, selain memberikan konteks nyata sesuai kebutuhan dunia industri, lokasi industri juga dapat berperan menjadi tempat penyelidikan, mengumpulkan data maupun menguji purwarupa secara langsung. Pihak industri juga dapat menjadi mentor atau evaluator produk/proyek yang dikembangkan murid. Dunia Usaha dan Dunia industri dapat dipilih berdasarkan jarak lokasi dengan satuan pendidikan atau sekitar lingkungan rumah murid. Misalnya di lingkungan perkotaan, banyak industri makanan skala rumah tangga, seperti pembuatan donat, yogurt atau pembuatan manisan. Murid dapat diajak untuk berkunjung ke lokasi industri tersebut, kemudian melakukan observasi mulai dari proses pembuatan sampai pengemasannya. Murid juga dapat melakukan wawancara, masalah apa yang dirasakan oleh pelaku industri tersebut sehingga perlu dibuatkan purwarupa solusinya. Misalnya murid dapat melakukan enjinerig untuk membuat kemasan yang bisa dimakan atau menjaga mutu makanan.</p> <p>Contoh kemitraan lain dengan industri pengolahan kertas berbasis limbah kayu, misalnya pabrik pulp dan kertas yang menerapkan teknologi <i>zero liquid discharge (ZLD)</i>, pengolahan air limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Murid dapat mengamati proses pemisahan serat selulosa, penggunaan bahan kimia ramah lingkungan, serta sistem daur ulang air limbah menjadi air bersih, kemudian merancang solusi peningkatan efisiensi atau pengurangan limbah berdasarkan data yang dikumpulkan.</p>
Masyarakat	<p>Kemitraan satuan pendidikan dengan masyarakat dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis STEM memberikan pembelajaran yang kontekstual. Murid belajar mengidentifikasi masalah, menganalisis solusi, menguji coba, hingga mampu melahirkan pemecahan masalah nyata yang dihadapi komunitas, sedangkan masyarakat mendapatkan manfaat sebagai solusi atas kebutuhannya.</p> <p>Contohnya, satuan pendidikan di kawasan pesisir dapat menjalin kemitraan nelayan atau pengolah hasil laut setempat untuk menentukan tema pembelajaran STEM, seperti pengembangan teknologi pengawetan ikan. Murid terlebih dahulu menggali kearifan lokal pengetahuan asli masyarakat dalam teknik pengawetan makanan seperti teknik penggaraman dan pengasapan tradisional, kemudian murid merancang inovasi yang lebih efektif, seperti alat pengering ikan bertenaga surya dengan sensor cahaya dan kelembaban otomatis atau merancang ruang pendingin hemat energi berbasis tenaga surya.</p>

Pilar Kemitraan	Deskripsi
	<p>Produk rancangan tersebut dapat diuji langsung di lokasi pelelangan ikan atau rumah produksi masyarakat sekitar. Dengan uji coba ini, murid dapat memperoleh data kinerja produk (waktu pengeringan, kadar air, umur simpan), sedangkan warga merasakan manfaat praktis untuk mengawetkan produk hasil lautnya.</p>
Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM)	<p>Kemitraan satuan pendidikan dengan LSM dalam implementasi pembelajaran berbasis STEM memberikan akses ke data lapangan autentik dan validasi ilmiah atas solusi yang dirancang murid.</p> <p>Misalkan satuan pendidikan yang berada di dekat aliran sungai dapat bekerja sama dengan LSM lingkungan untuk mengambil tema "Proyek Pemulihan Kualitas Air Sungai". Murid mempelajari parameter kimia dasar seperti tingkat pH air, tingkat oksigen terlarut dan tingkat kekeruhan airnya menggunakan teknologi atau memanfaatkan basis data pemantauan kualitas air yang telah dikumpulkan LSM tersebut. Berdasarkan temuan awal, murid merancang inovasi seperti sistem biofiltrasi atau purwarupa alat aerasi tenaga surya yang berfungsi meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air sungai kemudian mengujinya langsung di titik sungai tercemar.</p>
Perguruan Tinggi	<p>Kemitraan satuan pendidikan dengan Perguruan Tinggi dalam melaksanakan pembelajaran STEM memiliki banyak manfaat bagi kedua belah pihak. Beberapa manfaat yang diperoleh satuan pendidikan diantaranya mendapatkan narasumber ahli dari Perguruan Tinggi, terlibat dalam penelitian terkini juga memungkinkan menggunakan fasilitas Perguruan Tinggi sebagai tempat penelitian. Perguruan tinggi melalui kemitraan dengan satuan pendidikan, dapat mengimplementasikan inovasi-inovasi yang telah dikembangkan.</p>
Praktisi	<p>Kemitraan satuan pendidikan dengan praktisi dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam kepada murid dengan mendapatkan narasumber langsung dari ahlinya.</p> <p>Contoh implementasi kemitraan satuan pendidikan dengan praktisi di wilayah pedesaan: Murid mendapatkan pembelajaran langsung dari peternak untuk mempelajari karakteristik ternak, memformulasikan pakan ternak, menghitung area yang dibutuhkan untuk melakukan budidaya yang efektif, serta mengelola limbah yang ramah lingkungan. Contoh implementasi lainnya yaitu kemitraan satuan pendidikan dengan ahli meteorologi yang berperan menjadi mentor dalam proyek cuaca dan proyek pengukuran kualitas udara.</p>

Pilar Kemitraan	Deskripsi
<p>Orang Tua</p>	<p>Implementasi pembelajaran STEM akan semakin efektif dengan dukungan dari orang tua. Kolaborasi ini menciptakan ekosistem belajar yang terpadu antara satuan pendidikan, rumah dan lingkungan, tidak hanya terbatas di dalam kelas. Orang tua dapat berperan menjadi sumber dukungan dalam pembelajaran, fasilitator maupun menjadi praktisi ahli dengan pengalaman atau profesi yang dimilikinya. Misalnya pada proyek pembuatan kompos aerob di rumah. Dalam proyek ini, orang tua dapat berperan sebagai ko-desainer, penjaga keselamatan, sekaligus fasilitator inkuiri di rumah. Orang tua membantu menyiapkan logistik awal seperti membimbing anak mengidentifikasi bahan dan alat pembuatan kompos serta memilah dan mengumpulkan sampah. Kemudian mendampingi praktik, memastikan keselamatan & higienitas, pengujian alat, dan menghubungkan manfaat proyek dengan dampak terhadap kondisi rumah (pengurangan volume sampah, pemanfaatan kompos untuk tanaman).</p>
<p>Ilmuwan STEM</p>	<p>Kemitraan dengan ilmuwan baik ilmuwan sains, teknologi, <i>enjiniring</i> maupun matematika dapat menghadirkan pengetahuan mutakhir dan praktik sains yang sah untuk menguatkan inkuiri murid dan keputusan pedagogis pendidik. Selain sebagai pengajar tamu yang menyampaikan materi, ilmuwan dapat berperan untuk mengaitkan konsep yang dipelajari murid dengan bukti ilmiah terbaru, memberi klarifikasi atas miskonsepsi, serta menunjukkan praktik saintifik dengan batasan yang jelas. Nilai utamanya terletak pada validasi, ilmuwan dapat membantu memeriksa rancangan, variabel kontrol, dan cara membaca ketidakpastian, sehingga proyek murid menjadi penelitian kecil yang kredibel.</p> <p>Contoh kemitraan dengan ilmuwan cuaca untuk merancang stasiun cuaca sederhana. Dalam proyek ini, ilmuwan memandu kelas menyusun daftar centang pra-hujan/pra-panas (drainase, naungan, hidrasi) sekaligus mengajarkan cara mengevaluasi akurasi prakiraan. Murid mencatat cuaca aktual lalu membandingkan dengan prakiraan harian (suhu maksimum, peluang hujan), menghitung ukuran rata-rata kesalahan untuk suhu dan <i>hit rate</i> (laju ketukan) untuk kejadian hujan. Ilmuwan memberi kerangka matriks keputusan sederhana (misalnya jika peluang hujan $\geq 70\%$ → tenda kegiatan luar ruang; jika indeks panas tinggi → ubah jadwal olahraga), sekaligus protokol keselamatan petir (tunda kegiatan luar ruang, berlindung dalam bangunan tertutup). Hasilnya adalah prosedur operasi standar (SOP) cuaca satuan pendidikan yang realistis.</p>

Meskipun menjalin kemitraan dengan pihak luar memberikan potensi pembelajaran kontekstual dan mendalam bagi murid namun ada beberapa tantangan yang perlu diantisipasi agar dapat mencapai tujuan. Perbedaan budaya kerja, ekspektasi, dan ketersediaan waktu sering menjadi hambatan pelaksanaan program kemitraan dalam implementasi pembelajaran STEM (Pattison, 2021). Selain itu, adanya persepsi pendidik dalam mencapai target capaian materi dalam kurikulum seringkali membuat ruang proyek autentik bersama mitra menjadi sempit, sehingga topik STEM yang akan dilakukan bersama mitra perlu dirancang dan disepakati terlebih dulu (Tytler et al, 2017).

Tantangan lain dalam menjalin kemitraan adalah kemungkinan munculnya masalah pembiayaan. Membawa murid untuk hadir di lingkungan masyarakat secara langsung atau lokasi industri dapat menyebabkan kebutuhan pembiayaan tambahan di luar kebutuhan pembelajaran reguler di dalam kelas. Oleh karena itu penting untuk memilih lokasi industri yang terdekat dengan dengan lokasi satuan pendidikan atau lingkungan masyarakat sekitar rumah murid sehingga selain tidak memerlukan biaya akomodasi tambahan juga dapat menciptakan pembelajaran kontekstual dan faktual.

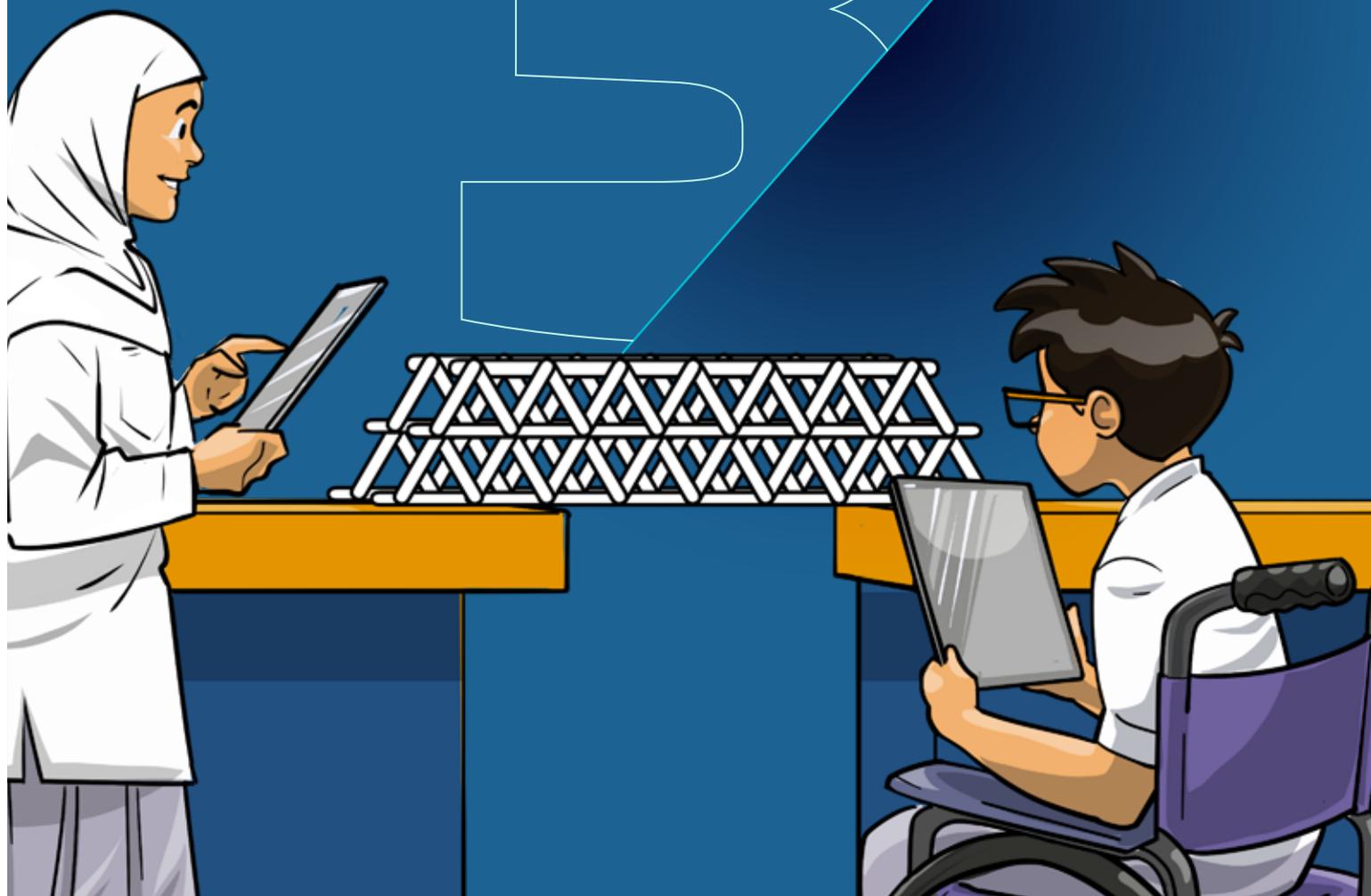
Tantangan menjalin kemitraan bukan hanya terjadi ketika melibatkan pihak luar. Pada lingkup satuan pendidikan, tantangannya antara lain yaitu komunikasi antarpendidik lintas mata pelajaran dan perbedaan jadwal pelajaran. Oleh karena itu, dibutuhkan semangat kolaborasi dan sistem pendukung dari satuan pendidikan.

D Pemanfaatan Digital

Pemanfaatan digital memiliki peran penting untuk mendukung proses belajar yang interaktif, kolaboratif, dan kontekstual. Teknologi digital menjadi sarana bagi murid untuk mengeksplorasi, bereksperimen, dan menghasilkan solusi terhadap permasalahan nyata.

Teknologi digital dapat dimanfaatkan pada tahap perencanaan (mengakses referensi dan menyiapkan materi), pelaksanaan (memfasilitasi interaksi dan kolaborasi, baik tatap muka maupun jarak jauh), serta asesmen (mengumpulkan, menganalisis, dan membagikan hasil belajar). Selain itu, teknologi digital membantu murid mencari referensi tambahan, memahami materi melalui simulasi atau laboratorium virtual, mendokumentasikan proses, memvisualisasikan ide, berkolaborasi lintas lokasi, dan mempublikasikan karya mereka.

Peran Pemangku Kepentingan



3 Peran Pemangku Kepentingan

Implementasi pembelajaran STEM perlu memperluas ruang belajar murid melampaui ruang kelas formal. Lingkungan rumah, komunitas, dunia industri, dan ruang digital harus dimobilisasi menjadi laboratorium autentik bagi murid melakukan penelitian sekaligus mengembangkan kreativitasnya dalam merancang dan menyusun solusi masalah-masalah kontekstual dunia nyata. Oleh karena itu peran pemangku kepentingan merupakan bagian penting dalam mengimplementasikan pembelajaran STEM.

1. Dinas Pendidikan	Peran Dinas Pendidikan dalam mendukung pembelajaran STEM adalah sebagai berikut. <ul style="list-style-type: none">• Menyusun kebijakan STEM yang sesuai dengan kurikulum nasional dan kerangka pembelajaran mendalam.• Menyediakan anggaran, infrastruktur (seperti laboratorium dan perangkat eksploratif), serta pelatihan pendidik.
2. Pengawas Satuan Pendidikan	<ul style="list-style-type: none">• Mengawasi pelaksanaan pembelajaran STEM dan mendorong asesmen autentik.• Mengembangkan <i>Professional Learning Communities</i> (PLC) antarpendidik.• Memastikan kesesuaian implementasi dengan kebijakan nasional.
3. Kepala Satuan Pendidikan	Peran kepala satuan pendidikan dalam pembelajaran STEM adalah sebagai berikut. <ul style="list-style-type: none">• Mendorong pelaksanaan pembelajaran STEM menjadi salah satu program dalam Kurikulum Satuan Pendidikan• Menciptakan iklim satuan pendidikan yang mendukung kolaborasi dan eksplorasi.• Mengatur alokasi waktu dan sumber daya untuk proyek STEM.

	<ul style="list-style-type: none"> • Mendorong refleksi pembelajaran oleh pendidik dan murid. • Menjalinkan kemitraan dengan industri, universitas, dan komunitas untuk memperkaya konteks belajar murid.
<p>4. Pendidik</p>	<p>Peran pendidik dalam pembelajaran STEM adalah sebagai berikut.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Membimbing murid untuk menghubungkan konsep sains, teknologi, engineering, dan matematika dengan masalah nyata. • Merencanakan pembelajaran yang mendorong eksplorasi, eksperimen, dan pemecahan masalah di luar ruang kelas • Melaksanakan pembelajaran yang mendorong eksplorasi, eksperimen, dan pemecahan masalah di luar ruang kelas • Melakukan penilaian autentik yang mencerminkan kemampuan murid dalam mengaplikasikan pengetahuan STEM.
<p>5. Orang Tua / Wali Murid</p>	<p>Pada pembelajaran STEM maka orang tua/wali murid berperan dalam hal-hal sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memberikan dukungan yang relevan tanpa intervensi langsung yang dapat menurunkan kemandirian murid. • Terlibat melalui komunikasi dengan pendidik, berbagi pengalaman bila relevan.

Implementasi Pembelajaran STEM



4 Implementasi Pembelajaran STEM

Pembelajaran STEM dapat dilaksanakan dengan **mudah** dan **murah**, sehingga menciptakan pembelajaran yang **berkesadaran, bermakna**, serta **menggembirakan** bagi murid. **Mudah** berarti pembelajaran mampu memotivasi murid untuk terlibat aktif melalui tantangan pemecahan masalah yang relevan, kontekstual, dan sesuai dengan taraf perkembangan serta kapasitas mereka. Tantangan yang diberikan berada pada tingkat kesulitan yang mendorong kemajuan namun tetap dapat dicapai dengan bimbingan pendidik, disertai alur kegiatan yang jelas dan kesempatan berkreasi secara kolaboratif. **Murah** berarti pembelajaran memanfaatkan alat dan bahan sederhana yang terjangkau atau tersedia di sekitar, termasuk bahan bekas pakai yang aman digunakan. Pendekatan ini tidak hanya menekan biaya, tetapi juga menanamkan nilai keberlanjutan dan kesadaran lingkungan, sejalan dengan prinsip pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan (*Education for Sustainable Development*).

Pembelajaran STEM dapat diimplementasikan secara fleksibel ke dalam kegiatan intrakurikuler, kokurikuler, maupun ekstrakurikuler. Berikut penjelasan implementasi pembelajaran STEM.

A Intrakurikuler

Pembelajaran STEM dalam konteks intrakurikuler mengintegrasikan berbagai mata pelajaran dalam kegiatan pembelajaran. Integrasi ini dapat dilakukan dengan berbagai perspektif: multidisipliner, interdisipliner, dan transdisipliner. Implementasi pembelajaran ini dijalankan secara bertahap melalui tiga komponen utama: perencanaan, pelaksanaan, dan asesmen.

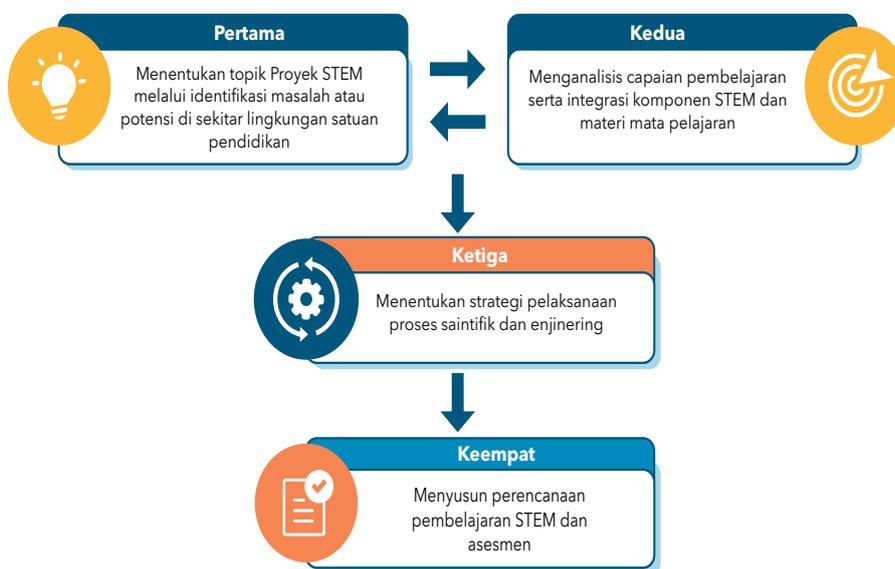


Gambar 13. Alur Implementasi Pembelajaran

Ketiga komponen ini saling terintegrasi untuk mendorong pembelajaran bermakna yang relevan dengan kehidupan sehari-hari dan mendukung penguatan delapan dimensi profil lulusan.

1. Perencanaan

Seperti pembelajaran pada umumnya, ketika akan melaksanakan pembelajaran STEM, pendidik perlu menyusun perencanaan pembelajaran terlebih dahulu. Rencana pembelajaran STEM ini mengakomodasi Kerangka Kerja pembelajaran mendalam dan karakteristik pembelajaran STEM. Gambar 5 menunjukkan tahapan yang dapat memandu pendidik ketika akan merencanakan pembelajaran STEM dalam intrakurikuler.



Gambar 14. Langkah-langkah Merancang Pembelajaran STEM



i

Petunjuk Praktis

Pendidik dapat memanfaatkan teknologi kecerdasan artifisial untuk membantu dan mempermudah mencari inspirasi dalam penentuan topik proyek STEM dan analisis integrasi capaian pembelajaran, mata pelajaran terkait, serta komponen STEM. Begitu pula ketika merancang aktivitas murid dalam melakukan praktik saintifik dan engineering. Tentu saja dengan penelaahan ulang hasil keluaran dari teknologi kecerdasan artifisial tersebut. Pendidik juga perlu mempertimbangkan potensi dan konteks lokal daerah masing-masing ketika mencari inspirasi topik proyek STEM ini.

1 Menentukan Topik Proyek STEM melalui Identifikasi Masalah atau Potensi di Sekitar Lingkungan Satuan Pendidikan

Langkah awal dalam perencanaan adalah mengidentifikasi isu, masalah, atau potensi yang nyata dan relevan dengan konteks lingkungan satuan pendidikan. Tahap ini dilakukan untuk memastikan terakomodasinya karakteristik pembelajaran STEM yang pertama, yaitu melatih kemampuan menyelesaikan masalah.

Konten masalah yang diangkat dalam pembelajaran STEM tidak harus permasalahan yang rumit.



i

Pendidik dapat mengangkat konten masalah sederhana berdasarkan:

1. kegiatan praktik atau proyek yang sudah pernah dilakukan sebelumnya;
2. mengangkat konten masalah berdasarkan masalah kontekstual di sekitar murid, atau
3. potensi yang dimiliki di lingkungan sekitar satuan pendidikan/ rumah

Ketika menyampaikan konten permasalahan pembelajaran STEM, pendidik perlu menentukan **kriteria dan batasan pembelajaran STEM** (Carpraro, 2013).

- **Kriteria** adalah spesifikasi yang diharapkan atau standar terukur yang harus dicapai. Kriteria mencerminkan tujuan proyek dan mendefinisikan seperti apa desain yang sesuai.
- **Batasan** adalah aturan, kondisi, atau keterbatasan sumber daya yang harus dipatuhi murid saat menyelesaikan tantangan. Batasan berfungsi untuk menstimulasi kreativitas murid, sekaligus meniru kondisi nyata dunia teknik dan enjineri yang pada umumnya dibatasi oleh waktu, biaya, bahan dan sumber daya lainnya.

Dalam pembelajaran STEM, penetapan kriteria dan batasan penting untuk melatih murid merumuskan solusi yang paling optimal secara efektif dan efisien. Selain itu kriteria dan batasan tersebut memudahkan pendidik dalam melakukan asesmen serta ketercapaian pelaksanaan proyek yang dilakukan murid.

Berikut adalah contoh penyajian masalah dalam pembelajaran STEM.

Contoh 1

Konten Masalah Kontekstual dengan Proyek Sederhana

Proyek Sederhana : Purwarupa Perahu Penyelamat

Masalah Kontekstual : Banjir

Narasi Permasalahan

Musim hujan telah tiba! Di beberapa kota, curah hujan yang tinggi menyebabkan banjir parah di banyak wilayah. Jalan-jalan utama tergenang, rumah warga terendam, dan aktivitas sehari-hari terganggu. Salah satu tantangan terbesar saat banjir adalah evakuasi warga yang terjebak di daerah yang sulit dijangkau kendaraan darat.

Pemerintah kota berinisiatif mengadakan sayembara untuk mencari desain perahu penyelamat yang efektif. Sebagai peserta sayembara, kamu ditantang untuk merancang purwarupa perahu penyelamat tersebut!

Kriteria

Purwarupa perahu ini harus:

- Memiliki ukuran yang optimal, minimal 4x6x10 cm.
- Tidak tenggelam ketika tanpa penumpang selama 30 detik
- Mampu menampung sebanyak mungkin penumpang, agar proses evakuasi lebih cepat (penumpang akan disimulasikan dengan uang koin Rp 1000)

Batasan

Dibuat dengan bahan sederhana yang tersedia secara efisien dan optimal, yaitu: Kertas HVS A4, plastik bening makanan, isolasi, dan/atau aluminium foil makanan.

Contoh 2

Konten Masalah Kontekstual di Sekitar Murid melalui Pengamatan Langsung

Proyek Sederhana : Pembuatan Pupuk Kompos

Masalah Kontekstual : Tumpukan Sampah di Lingkungan Sekolah

Arahan Identifikasi Masalah

- Mari kita berkeliling di lingkungan sekitar, amati kondisi sampah yang dihasilkan dari aktivitas di satuan pendidikan!

- Apa yang dapat kita lakukan untuk mengolah sampah tersebut menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat untuk tanaman?

Rancanglah cara pengolahan sampah organik menjadi pupuk kompos yang ramah lingkungan, hemat biaya, dan mudah dilakukan oleh warga satuan pendidikan.

Kriteria

- Biaya pembuatan seminimal mungkin.
- Waktu penguraian harus dirancang agar tidak terlalu lama (pilih metode kompos yang efektif).
- Hasil akhir kompos harus aman dan bisa digunakan untuk tanaman di taman satuan pendidikan.

Batasan

- Bahan baku hanya berasal dari sampah organik (sisa makanan, daun, kertas yang mudah terurai).
- Proses pembuatan harus ramah lingkungan, tidak menggunakan bahan kimia berbahaya.

Contoh 3

Potensi yang Dimiliki di Lingkungan Sekitar Satuan Pendidikan/Rumah

Proyek : Mengolah Jagung

Potensi lingkungan : Sekolah Memiliki Kebun Jagung

Sekolah memiliki kebun jagung. Hasil panen jagung biasanya dijual kepada pedagang di pasar. Harga jual jagung mentah ini cukup rendah, sehingga murid diminta untuk dapat mengolah jagung hasil panen menjadi produk yang memiliki nilai jual lebih tinggi.

Kriteria

- Produk dari jagung bisa dimakan dengan aman.
- Produk terlihat menarik dan rapi.
- Produk bisa dijual dan memberikan keuntungan yang lebih tinggi daripada jagung mentah.

Batasan

- Bahan utama harus dari jagung hasil panen sekolah.
- Waktu pengerjaan maksimal 2 minggu.
- Alat dan bahan tambahan harus sederhana dan mudah ditemukan di sekitar murid.
- Tidak menggunakan bahan berbahaya.



i

Petunjuk Praktis

Selain dari kedua contoh di atas, pendidik juga dapat mengangkat konten permasalahan dengan melihat potensi daerah di tempat satuan pendidikan berada, misalnya:

- satuan pendidikan yang berada di daerah laut dapat mengangkat permasalahan pembelajaran STEM untuk memurnikan air laut atau mengolah hasil laut,
- satuan pendidikan yang ada di daerah dekat sungai dengan aliran deras dapat mengangkat permasalahan pembelajaran STEM untuk menghasilkan pembangkit listrik tenaga mikrohidro, dan sebagainya.

Pendidik dipersilakan menentukan konten masalah sesuai dengan karakteristik, kesiapan, kondisi, dan jenjang satuan pendidikan masing-masing.

2

Menganalisis Capaian Pembelajaran serta Integrasi Komponen STEM dan Materi Mata Pelajaran

Setelah isu atau potensi berhasil diidentifikasi, pendidik melakukan analisis terhadap Capaian Pembelajaran (CP) yang relevan dan mengaitkannya dengan materi dari berbagai mata pelajaran. Analisis ini meliputi:

- Penentuan kompetensi yang ingin dicapai;
- Identifikasi keterlibatan komponen sains, teknologi, enjinerig, dan matematika secara terpadu; serta
- Pemilihan materi dan konsep dari mata pelajaran lain yang terlibat.



i

Langkah ini memastikan terakomodasinya karakteristik pembelajaran STEM yang ketiga, yaitu: integrasi lintas disiplin ilmu serta memastikan proyek yang dikembangkan dapat mendukung pencapaian kompetensi yang ditetapkan dalam capaian pembelajaran.

Berikut adalah contoh cara melakukan analisis capaian pembelajaran dan integrasi antar komponen STEM dan mata pelajaran.

Contoh 1 : Proses Analisis Capaian Pembelajaran dan Integrasi Komponen STEM dengan Mata Pelajaran pada Jenjang SD/ MI (Fase A)

Konten Masalah

Di satuan pendidikan, sering ditemukan botol plastik bekas minuman yang dibuang ke tempat sampah tanpa dipilah atau dimanfaatkan kembali. Padahal, botol plastik ini masih bisa digunakan untuk membuat benda berguna yang bermanfaat bagi murid di kelas. Berdasarkan kondisi tersebut, murid diminta untuk mengolah botol plastik bekas menjadi tempat pensil yang aman, rapi, dan menarik.

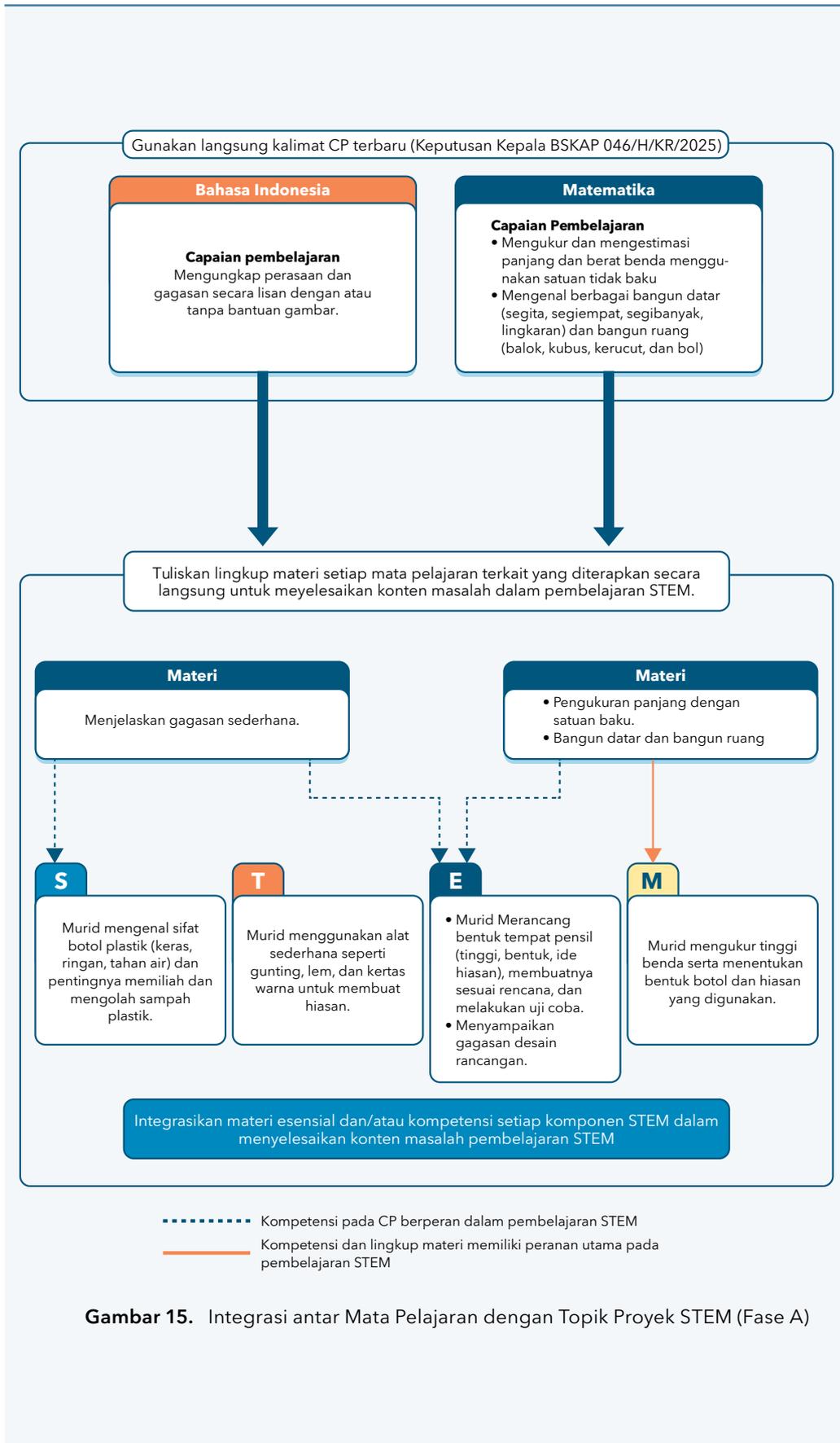
Kriteria

- Membuat tempat pensil yang dapat berdiri tegak dan kokoh sehingga bisa digunakan dalam waktu lama.
- Tempat pensil dapat menyimpan 5 buah pensil tanpa terguling.

Batasan

- Botol plastik bekas yang digunakan harus bersih dan bebas dari bau tidak sedap.
- Hiasan tempat pensil menggunakan bahan-bahan sederhana dan mudah ditemukan di satuan pendidikan atau di rumah.





Gambar 15. Integrasi antar Mata Pelajaran dengan Topik Proyek STEM (Fase A)

3 Menentukan Strategi Pelaksanaan Proses Saintifik dan Enjineri

Tahap berikutnya adalah menentukan pelaksanaan proses saintifik dan enjineri dalam pembelajaran STEM. Tahap ini menunjukkan langkah-langkah pembelajaran STEM untuk menyelesaikan konten masalah yang diangkat.

Berikut adalah contoh pelaksanaan **Proses Saintifik dan Enjineri**.

Topik Proyek STEM	: Membuat Purwarupa Jembatan dari Balok Mainan
Konten Masalah	: Jembatan Rusak
Fase	: PAUD

Tabel 9 Contoh Pelaksanaan Proses Saintifik dan Enjineri

Tahapan Praktik Saintifik dan Enjineri	Aktivitas Murid
Empati*	<ul style="list-style-type: none"> Murid diajak untuk merasakan kondisi mobil yang tidak bisa menyeberang karena jembatan rusak untuk menumbuhkan rasa empati.
Bertanya dan Mengidentifikasi Masalah	<ul style="list-style-type: none"> Mengamati gambar sungai dengan jembatan rusak dan mobil-mobil yang tidak bisa menyeberang. Mendengarkan cerita dari pendidik tentang gambar jembatan rusak tersebut. Murid diajak untuk mengidentifikasi masalahnya sehingga akhirnya murid bisa menemukan bahwa jembatan rusak sehingga orang dan mobil tidak bisa menyeberangi sungai. Murid bertanya: "Bagaimana mobil bisa menyeberang sungai?"
Bertukar Pikiran dalam Menentukan Solusi	<ul style="list-style-type: none"> Selanjutnya murid diajak untuk mencari solusi dengan memberikan berbagai kebebasan ide untuk dieksplorasi murid. Pada akhirnya murid menentukan solusi untuk menyelesaikan masalah, yaitu dengan membuat jembatan.

Tahapan Praktik Saintifik dan Enjinerig		Aktivitas Murid
		<ul style="list-style-type: none"> Menyimak gambar/video jembatan sederhana. Diskusi kelompok: bentuk balok apa yang bisa digunakan dalam membuat jembatan?
	Mendesain Solusi	<ul style="list-style-type: none"> Menggambar rancangan jembatan balok secara sederhana (dibantu pendidik). Menceritakan rancangan dan rencana pembuatan.
Iterasi	Membuat Solusi	<ul style="list-style-type: none"> Membuat jembatan dari balok.
	Menguji dan Mengevaluasi Solusi	<ul style="list-style-type: none"> Meletakkan kendaraan mainan di atas jembatan. Mengamati apakah jembatan kuat atau roboh. Berdiskusi bersama pendidik: "Apa yang bisa diperbaiki?"
	Mendesain Ulang	<ul style="list-style-type: none"> Menambah atau mengubah bentuk balok yang digunakan dalam membuat jembatan. Menceritakan perubahan yang dilakukan.
	Mengomunikasikan	<ul style="list-style-type: none"> Menceritakan proses pembuatan di depan kelas. Menyampaikan nama dan fungsi jembatan.

*Alur design thinking

4 Menyusun Perencanaan Pembelajaran STEM

Penyusunan perencanaan pembelajaran STEM dalam intrakurikuler merujuk pada Panduan Pembelajaran dan Asesmen BSKAP tahun 2025. Perencanaan pembelajaran STEM mencakup seluruh kerangka kerja pembelajaran mendalam dengan tambahan tiga karakteristik STEM. Komponen perencanaan pembelajaran STEM terlihat pada Tabel 11.

Tabel 10 Komponen Perencanaan Pembelajaran STEM

Identifikasi	Dimensi Profil Lulusan
Desain Pembelajaran	Topik Proyek STEM: berdasarkan identifikasi konten masalah pembelajaran STEM
	Konten Masalah Kriteria Batasan Berdasarkan identifikasi konten masalah pembelajaran STEM
	Tujuan Pembelajaran (Mata Pelajaran Terkait): berdasarkan analisis capaian pembelajaran setiap mata pelajaran yang terkait.
	Integrasi Komponen STEM
	Praktik Pedagogis: menggunakan praktik saintifik dan rekayasa dan/atau salah satu model pembelajaran STEM yang dicontohkan, atau model pembelajaran lain yang sesuai.
	Kemitraan Pembelajaran (opsional)
	Lingkungan Pembelajaran Pemanfaatan Digital (opsional)
Pengalaman Belajar	Langkah-langkah Pembelajaran: menggunakan tahapan model pembelajaran STEM yang dipilih, mengakomodasi praktik saintifik dan engineering, serta prinsip dan pengalaman belajar pembelajaran mendalam, boleh secara eksplisit maupun implisit.
Asesmen Pembelajaran	Tuliskan teknik asesmen yang digunakan dalam pembelajaran STEM. Dapat berupa asesmen formatif maupun sumatif sesuai dengan TP yang diangkat dalam pembelajaran STEM.



i

Perencanaan pembelajaran STEM dapat digunakan sebagai perencanaan pembelajaran yang diterapkan pada keseharian mengajar.

Ketika pendidik telah menyusun perencanaan pembelajaran STEM, maka tidak perlu membuat perencanaan pembelajaran pada mata pelajaran yang telah digunakan.

Hasil identifikasi topik, analisis capaian pembelajaran, dan strategi pelaksanaan praktik saintifik dan enjinerig dapat digunakan secara langsung dalam perencanaan pembelajaran STEM pada bagian:

1. Topik proyek STEM,
2. Konten masalah, kriteria, dan batasan,
3. Tujuan pembelajaran,
4. Integrasi komponen STEM,
5. Praktik pedagogis

untuk mempermudah identifikasi dan menunjukkan bahwa perencanaan pembelajaran yang disusun merupakan perencanaan pembelajaran STEM.



i

Petunjuk Praktis

Dalam merumuskan tujuan pembelajaran STEM dalam intrakurikuler akan lebih mudah menggunakan cara analisis “kompetensi” dan “lingkup materi”, karena cara ini dilakukan sekaligus ketika pendidik menganalisis capaian pembelajaran, integrasi antarmata pelajaran, dan integrasi komponen STEM.

Kemudian yang perlu diperhatikan dalam perencanaan pembelajaran STEM adalah manajemen alokasi waktu pembelajaran. Sebetulnya, pembelajaran STEM dapat dilakukan dalam waktu yang singkat dan dengan cara yang mudah, tergantung kompleksitas dari konten masalah yang diangkat pendidik dalam pembelajaran STEM.

- ➔ **Bagi pendidik yang baru mengenal dan pertama kali** akan mengimplementasikan pembelajaran STEM dianjurkan menentukan konten masalah dan topik proyek yang sederhana (konten masalah tipe 1). Proyek dengan konten masalah ini tidak memerlukan banyak waktu serta alat dan bahan dalam membuat solusinya.
- ➔ **Sedangkan bagi pendidik yang sudah familiar dan terbiasa** melaksanakan pembelajaran STEM dapat melanjutkan untuk mengangkat konten masalah kontekstual atau potensi lingkungan (konten masalah tipe 2 dan 3) dan integrasi lebih dari 2 (dua) mata pelajaran. Kendala kekurangan waktu pembelajaran STEM di intrakurikuler dapat diatasi dengan kolaborasi antarmata pelajaran tersebut, karena proyek STEM dapat dilaksanakan di jam pelajaran semua mata pelajaran yang terkait.

Asesmen pembelajaran STEM dapat dilakukan dengan berbagai variasi teknik sesuai dengan tujuan pembelajaran mata pelajaran terkait. Tentunya tetap menerapkan bentuk asesmen formatif dan sumatif dengan penekanan pada asesmen autentik dan holistik. Perancangan asesmen dalam pembelajaran STEM ini juga dapat disusun berdasarkan tahap praktik saintifik dan engineering.

Tabel 11 Contoh Rancangan Asesmen Pembelajaran STEM

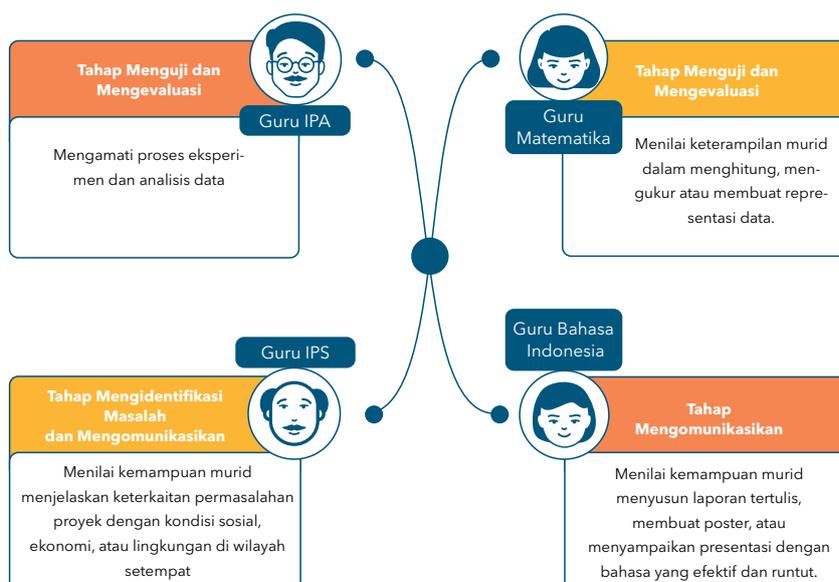
Aktivitas	Asesmen	Contoh Instrumen Penilaian
Tahap Empati, Bertanya & Mengidentifikasi Masalah		
Mengamati fenomena atau objek, mengajukan pertanyaan.	Observasi kemampuan murid mengidentifikasi masalah dan mengajukan pertanyaan relevan.	<ul style="list-style-type: none"> • Rubrik observasi • Catatan anekdotal
Tahap Bertukar Pikiran Menentukan Solusi		
Diskusi ide awal dan eksplorasi alternatif solusi.	Penilaian partisipasi dan kontribusi ide dalam diskusi kelompok.	Lembar observasi
Tahap Mendesain Solusi		
Membuat sketsa atau rencana langkah kerja.	Penilaian kelengkapan dan kesesuaian desain dengan masalah.	Rubrik analisis produk (sketsa/rencana kerja)
Tahap Membuat Solusi		
Merakit atau membangun purwarupa.	Penilaian keterampilan menggunakan alat dan bahan secara aman dan efektif.	Rubrik observasi kinerja keterampilan menggunakan alat
Tahap Menguji dan Mengevaluasi Solusi		
Mencoba purwarupa dan mencatat hasil uji.	Menilai kemampuan murid menganalisis hasil uji berdasarkan kriteria keberhasilan.	Rubrik penilaian kinerja murid

Aktivitas	Asesmen	Contoh Instrumen Penilaian
Tahap Mendesain Ulang		
Memperbaiki solusi berdasarkan hasil uji coba.	Penilaian perbaikan yang dilakukan murid sesuai temuan.	Rubrik analisis perbaikan produk
Tahap Mengomunikasikan		
Menyampaikan hasil proyek melalui presentasi atau media lain.	Penilaian kemampuan murid menyampaikan ide dan hasil kerja dengan jelas.	<ul style="list-style-type: none"> Rubrik presentasi Rubrik produk (poster, video, atau portofolio)

Catatan:

Pemilihan instrumen disesuaikan dengan tujuan pembelajaran serta kompetensi yang hendak diukur pada kegiatan praktik saintifik dan engineering.

Bentuk penilaian pada setiap tahap praktik saintifik dan engineering dapat diuraikan dan dihubungkan dengan mata pelajaran yang relevan. Dengan cara ini, setiap pendidik dapat menilai aspek yang menjadi bagian dari tujuan pembelajaran mata pelajaran masing-masing tanpa harus keluar dari konteks proyek STEM yang sedang berlangsung. Misalnya sebagai berikut:



Gambar 16. Contoh Bentuk Penilaian Setiap Tahap Dihubungkan dengan Mata Pelajaran yang Relevan

Proses penilaian ini dapat dilakukan pada jam masing-masing mata pelajaran, sehingga asesmen tetap selaras dengan tujuan pembelajaran yang berlaku dan memudahkan koordinasi antarpendidik. Dengan demikian, asesmen pembelajaran STEM menjadi terintegrasi, autentik, dan efisien, sekaligus memastikan bahwa tujuan pada setiap mata pelajaran dapat terukur melalui kontribusi nyata murid dalam proyek.

Catatan:

Untuk PAUD/TKLB dan SD/MI/SDLB, asesmen pembelajaran STEM dilakukan secara menyeluruh oleh guru kelas.

2. Pelaksanaan

Pelaksanaan Pembelajaran STEM dilandasi praktik saintifik dan enjinerig sebagai wahana pengalaman sekaligus pengamalan belajar yang utuh. Praktik ini menumbuhkan pembelajaran mendalam melalui pengalaman belajar **memahami**, melalui pengaitan konsep lintas disiplin dan penjelasan sebab-akibat; **mengaplikasi**, dengan menerapkan konsep pada situasi autentik, mengambil keputusan desain, dan mengoptimasi solusi; dan **merefleksi**, melalui jurnal reflektif, log desain, dan diskusi yang menilai kualitas solusi, efektivitas proses, serta rencana perbaikan solusi. Selama proses, pendidik memastikan keselamatan kerja, akses dan peran yang adil bagi seluruh murid, serta pemanfaatan literasi data dan teknologi secara bertanggung jawab

Contoh Implementasi Pembelajaran STEM pada Intrakurikuler.

Inspirasi Praktik Baik

Belajar STEM dari Buah Jeruk di PAUD Bukit Aksara Semarang



PAUD Bukit Aksara Semarang adalah salah satu satuan pendidikan di bawah Yayasan Sanggar Aksara. Sekolah ini menekankan pentingnya pembelajaran yang holistik dan integratif, dengan cara belajar yang menyenangkan serta berangkat dari pengalaman nyata anak.

Salah satunya, pendidik menggunakan pembelajaran STEM yang dipandang mampu menghubungkan pengetahuan dengan kehidupan sehari-hari. Contoh praktik sederhana yang dapat dilakukan adalah kegiatan belajar menggunakan buah jeruk.



Kegiatan dimulai dengan pendidik yang membawa beberapa buah jeruk segar ke kelas. Anak-anak langsung berteriak riang, "Jeruk! Buah favoritku!". Pendidik lalu memancing rasa ingin tahu mereka dengan bertanya, "Kalau kita punya jeruk sebanyak ini, apa yang bisa kita lakukan?" Pertanyaan ini menjadi titik awal anak-anak untuk mengidentifikasi masalah.

Mereka kemudian mulai bertukar pikiran. Dina bilang jeruk enak dimakan begitu saja, Raka ingin memerasnya jadi jus, sementara Maya berpikir jeruk bisa dibuat selai. Dari berbagai ide itu, pendidik mengajak mereka mendesain cara sederhana untuk mengenal jeruk lebih dekat. Anak-anak diminta menyentuh, meraba, mencium, bahkan mencicipi jeruk. Mereka lalu menyebutkan warna, ukuran, dan rasa jeruk yang mereka coba. Ketika ada jeruk yang terasa terlalu asam, anak-anak belajar menguji

dan mengidentifikasi bahwa rasa setiap jeruk bisa berbeda. Pendidik lalu mengajak mereka mendesain ulang solusi dengan mencoba mencampur dua jenis jeruk yang berbeda. Anak-anak pun mengomunikasikan hasil pengamatannya dengan cerita sederhana, misalnya, "Jeruk besar kulitnya tebal, tapi rasanya kurang manis." Dari pengalaman ini, anak-anak belajar sains sederhana, mengenali ciri fisik buah, sekaligus mulai berpikir kritis.

Puncak kegiatan dilakukan dengan membuat jus. Pendidik membuka dengan pertanyaan, "Bagaimana cara membuat jus jeruk yang segar dan enak?" Anak-anak segera mengidentifikasi masalah: jus harus cukup banyak, rasanya pas, dan alat yang digunakan harus aman.

Mereka lalu bertukar pikiran tentang cara membuat jus. Ada yang menyebut perasan manual, ada yang ingin mencoba blender, bahkan ada yang menyarankan mencampur jeruk dengan buah lain. Pendidik membantu mereka mendesain solusi dengan membuat daftar alat dan bahan yang diperlukan.



Anak-anak pun mulai memeras jeruk. Beberapa percobaan awal gagal, airnya terlalu sedikit atau rasanya terlalu asam. Dari sini mereka belajar menguji hasil dan segera melakukan perbaikan. Dino menambahkan dua jeruk sekaligus agar jusnya lebih banyak, sementara Maya mencoba mencampur jeruk dengan sedikit gula supaya manis. Proses mendesain ulang terjadi secara alami, karena anak-anak penasaran untuk memperbaiki hasilnya.

Akhirnya setiap kelompok berhasil menghasilkan jus dengan rasa yang mereka sukai. Mereka kemudian mengomunikasikan hasilnya di depan teman-teman, menceritakan berapa jeruk yang digunakan, bagaimana rasanya,

dan apa yang berbeda dari percobaan pertama. Naufal dengan bangga berkata, "Jus kami lebih segar karena pakai tiga jeruk, jadi banyak airnya."

Dari kegiatan ini terlihat jelas bahwa pembelajaran STEM bisa hadir dari hal yang sederhana. Anak-anak belajar mengidentifikasi masalah, berdiskusi mencari ide, mencoba solusi, memperbaikinya, hingga membagikan hasil karyanya. Pendidik melihat anak-anak bukan hanya mengenal buah jeruk, tetapi juga melatih kemampuan berpikir kritis, berkomunikasi, dan bekerja sama. Semua itu lahir dari pengalaman nyata yang dekat dengan kehidupan mereka, membuat pembelajaran terasa hidup dan bermakna.

Inspirasi Praktik Baik

SD Luardi Cinere, Kota Depok: Praktik Baik Membuat Miniatur Rintangan

Di sekolah kami yang terletak di Cinere, Depok, kami percaya bahwa pembelajaran terbaik adalah yang melibatkan murid secara aktif dan langsung. Oleh karena itu, kami menerapkan *Project Based Learning (PjBL)*, di mana murid diajak untuk mengeksplorasi materi melalui proyek-



proyek yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Dengan cara ini, mereka belajar tidak hanya konsep ilmiah, tetapi juga keterampilan penting seperti berpikir kritis, kreativitas, dan kerjasama.

Salah satu aspek menarik dari pembelajaran kami adalah bagaimana murid diajak untuk melihat lingkungan sekitar sebagai sumber pembelajaran yang kaya. Banyak sampah dan barang bekas yang bisa dimanfaatkan atau didaur ulang menjadi sesuatu yang berguna.

Murid diajak untuk berkreasi, membuat pupuk kompos, pupuk cair, ecobrick, dan karya seni fungsional menggunakan bahan-bahan bekas. Melalui proyek-proyek ini, mereka belajar sains, teknologi, rekayasa, dan matematika (STEM) secara holistik, sembari mengasah keterampilan dalam merancang dan memecahkan masalah.



Kami mulai dengan *Launching Project*, yang memicu rasa ingin tahu murid melalui video, artikel, atau pengamatan langsung. Kami juga melakukan kegiatan *Meet The Expert* dan *Field Trip*, di mana murid berinteraksi dengan ahli dan mengunjungi tempat yang relevan dengan materi yang mereka pelajari, memperkaya pengalaman mereka dengan pengetahuan nyata. Pada proyek Miniatur Rintangan, murid bekerja dalam kelompok untuk merancang dan membuat miniatur rintangan menggunakan barang bekas. Mereka menguji miniatur yang mereka buat dengan menjatuhkan kelereng atau bola dan mengamati pergerakannya.

Proses ini mengajarkan mereka untuk mengatasi kendala dan berinovasi hingga miniatur dapat berfungsi dengan baik. Ini adalah pelajaran berharga tentang ketekunan dan kreativitas. Setiap proyek diakhiri dengan refleksi, di mana murid berbagi perasaan mereka tentang proses pembelajaran, hal-hal baru yang mereka pelajari, serta tantangan yang mereka hadapi. Melalui refleksi ini, mereka juga dapat memberikan umpan balik untuk perbaikan di proyek berikutnya.



Dalam proyek ini, asesmen dilakukan untuk menilai beberapa aspek: pemahaman murid terhadap konsep gaya dalam pelajaran IPA, kemampuan mereka dalam berbicara dan mempresentasikan ide dalam Bahasa Indonesia, serta keterampilan dalam membuat karya seni rupa yang berasal dari pengalaman dan pengamatan mereka terhadap lingkungan sekitar, sesuai dengan pembelajaran Seni Rupa. Rubrik asesmen menjadi panduan kami dalam memastikan setiap aspek tersebut dinilai dengan jelas dan objektif.

Melalui pendekatan STEM ini, kami berharap murid tidak hanya menguasai konsep-konsep dasar, tetapi juga terlatih dalam mengobservasi, merancang, berkreasi, dan mencari solusi dengan uji coba.

Lebih dari itu, mereka belajar bagaimana mempresentasikan karya mereka dengan percaya diri, membentuk karakter yang kritis, kreatif, dan siap menghadapi tantangan dunia nyata.

(Wahyuningsih - SD Lazuardi Cinere, Kota Depok)

Inspirasi Praktik Baik

SMPN 20 Tangerang Selatan: Bersinergi Mewujudkan Kota Masa Depan yang Ramah Lingkungan

SMPN 20 Kota Tangerang Selatan terletak di tengah-tengah kompleks permukiman perkotaan. Permasalahan yang masih menjadi perhatian dari satuan pendidikan adalah pengelolaan sampah yang belum maksimal. Selain itu, satuan pendidikan terletak di daerah yang padat penduduk sehingga pencemaran air dan udara cukup tinggi. Dengan semua keterbatasan serta keunikan yang dimiliki, pimpinan serta seluruh warga SMPN 20 Kota Tangerang Selatan berupaya untuk menyelenggarakan pendidikan yang mampu menjawab tantangan zaman. Untuk itu, penyelenggara satuan pendidikan berupaya membuat terobosan-terobosan baru untuk membangun lingkungan belajar yang kondusif dan menggembirakan.

Kami ingin memberikan pengalaman nyata kepada murid untuk memahami konsep pembangunan berkelanjutan, teknologi hijau, serta kreativitas dalam merancang tata kota masa depan sebagai upaya

mitigasi perubahan iklim melalui pembelajaran berbasis STEM (Sains, Teknologi, Enjineri, dan Matematika). Proses pembelajaran ini bertujuan agar murid mampu bernalar kritis, berkolaborasi dalam kelompok, dan kreatif dalam merancang/mendesain maket kota berteknologi ramah lingkungan serta mampu mengomunikasikan ide gagasannya di depan kelas.



Pembelajaran STEM ini mengintegrasikan komponen sains melalui perancangan sketsa perencanaan kota yang mengedepankan pemanfaatan sumber energi yang ramah lingkungan, seperti energi terbarukan (tenaga surya, angin, air), listrik dengan rangkaian sederhana (panel surya mini, turbin angin, atau pompa air mini), efisiensi energi, konservasi, serta keterkaitan dengan keseimbangan ekosistem. Integrasi komponen teknologi dilakukan dengan pencarian informasi melalui internet serta rencana pemanfaatan solar panel, aplikasi teknologi transportasi, serta teknologi pengelolaan sampah. Komponen engineering terimplementasi dengan membuat bangunan energi efisien, desain transportasi berkelanjutan, dan desain infrastruktur tahan bencana. Terakhir, komponen matematika terintegrasi melalui kegiatan meng-hitung konsumsi energi, cara meng-hitung luas dan distribusi ruang yang optimal dalam kota.



Pembelajaran diawali dengan penyampaian materi oleh masing-masing pendidik yang terlibat dalam kolaborasi. Kemudian, murid secara berkelompok mengidentifikasi masalah lingkungan yang terjadi di perkotaan

seperti polusi udara, sampah, banjir dan keterbatasan energi, serta menentukan teknologi ramah lingkungan yang bisa diterapkan, misalnya panel surya, transportasi listrik, dan pengolahan sampah terintegrasi. Setelah melakukan identifikasi masalah, murid merancang alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut dalam bentuk rancangan kota. Desain awal maket kota dimulai dengan menentukan penempatan area hijau, sistem transportasi, dan sumber energi. Desain tersebut terus-menerus diperbaiki berdasarkan hasil evaluasi, konsultasi, dan eksplorasi tambahan. Setelah maket berhasil dibuat, hasil karya murid tersebut dipamerkan di tengah lapangan agar bisa dilihat oleh semua murid. Setiap kelompok juga diberikan kesempatan untuk mempresentasikan maket kota masa depan yang sudah dibuat.

Dalam pembelajaran ini, asesmen dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung. Penilaian dilakukan untuk menilai beberapa aspek, diantaranya: rancangan purwarupa kota yang mengedepankan sumber energi yang ramah lingkungan, kemampuan menghitung luas dan distribusi ruang yang optimal dalam penggunaan energi, kemampuan murid dalam bekerja sama, dan menyampaikan solusi. Kami berharap pembelajaran STEM ini dapat menjadi inspirasi bagi satuan pendidikan lain untuk memberikan pembelajaran yang tidak hanya bersifat teoretis, tetapi juga memberikan pengalaman nyata yang bermanfaat dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif.

Inspirasi Praktik Baik**SMAN Banua Kalsel:
Mengolah Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel**

SMAN Banua Kalsel yang berlokasi di Provinsi Kalimantan Selatan, dikenal sebagai sekolah di kawasan rawa dengan karakteristik rumah panggung. Salah satu tantangan lingkungan di sekitar sekolah adalah kebiasaan masyarakat membuang limbah minyak jelantah langsung ke perairan. Kondisi ini menimbulkan pencemaran dan ekosistem yang tidak seimbang. Melihat masalah tersebut, sekolah menghadirkan sebuah proyek pembelajaran berbasis STEM (Sains, Teknologi, Enjineri, & Matematika) untuk mengajak murid mengeksplorasi cara memanfaatkan minyak jelantah menjadi produk bermanfaat, sekaligus menumbuhkan kesadaran lingkungan.



Dalam prosesnya, awalnya murid diajak untuk mengamati fenomena minyak jelantah di sekitar, berdiskusi lewat pertanyaan pemantik, serta mencari solusi kreatif sesuai konteks lokal. Mereka kemudian merumuskan hipotesis: dapatkah minyak jelantah diolah menjadi bahan bakar alternatif?

Dari tahap observasi hingga pemilihan solusi, murid dilatih berpikir kritis dan menghubungkan teori sains dengan kondisi nyata. Hal tersebut tergambar pada aktivitas murid dalam mempelajari konsep fluida statis untuk mengukur massa jenis biodiesel dan viscometer untuk menentukan tingkat viskositas *output biodiesel*.

Murid kemudian merancang purwarupa pengolahan jelantah dengan mendesain alur kerja (*flowchart*), membuat produk, melakukan pengujian dan revisi, pengumpulan laporan dan presentasi, hingga publikasi hasil karyanya melalui media sosial. Aspek teknologi hadir dalam penggunaan alat sederhana seperti tabung U dan viscometer. Dari sisi enjineri, murid merancang langkah-langkah pembuatan biodiesel, menguji kualitasnya sesuai standar SNI, lalu memodifikasi jika hasil masih jauh dari ketentuan.



Selanjutnya, murid melakukan penghitungan massa jenis, viskositas, rasio bahan, hingga potensi ekonomis produk. Aktivitas ini merupakan integrasi aspek matematika dalam pembelajaran. Melalui pendekatan STEM, murid belajar melihat hubungan antara angka, perhitungan, dan dampaknya bagi kualitas produk yang mereka hasilkan.

Hasil akhirnya adalah biodiesel ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Murid tidak hanya terampil menghasilkan produk, tetapi juga belajar kolaborasi, komunikasi, dan refleksi ilmiah. Lebih jauh, kegiatan ini menumbuhkan kesadaran bahwa limbah rumah tangga pun dapat menjadi sumber daya bernilai.



Praktik baik pembelajaran STEM di SMAN Banua Kalsel ini menjadi contoh nyata bahwa sekolah bisa menghadirkan solusi kreatif untuk masalah lingkungan di sekitar. Dengan memadukan ilmu pengetahuan, teknologi, dan keterampilan hidup, murid dipersiapkan untuk menjadi generasi yang peduli, inovatif, dan mampu menghadapi tantangan masa depan.

Inspirasi Praktik Baik

SMKN 11 Semarang: Inovasi Memanfaatkan Sampah Organik

SMKN 11 Semarang merupakan salah satu satuan pendidikan yang aktif mengembangkan pembelajaran berbasis proyek untuk menumbuhkan keterampilan abad 21 pada muridnya. Salah satu tantangan nyata yang dihadapi satuan pendidikan adalah melimpahnya sampah organik, baik dari dedaunan kering maupun sisa makanan. Membutuhkan solusi kreatif agar limbah tidak hanya menumpuk, tetapi bisa dikelola menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat. Melalui pendekatan *Science, Technology, Engineering, and*

Mathematics (STEM). Murid diajak mengidentifikasi beberapa sampah organik di lingkungan sekitar, mempelajari proses dekomposisi, dan memahami peran cacing tanah dalam ekosistem sambil menumbuhkan kepedulian lingkungan melalui pengalaman belajar yang kontekstual. Mereka mendiskusikan dan menentukan solusi proyek dari beberapa sampah organik teridentifikasi dengan melibatkan beberapa mata pelajaran seperti Pengembangan Perangkat Lunak dan Gim (PPLG), Proyek IPAS, dan Matematika.



Murid secara berkelompok sepakat merancang sistem budidaya cacing yang bertujuan mengolah limbah organik menjadi vermikompos bernilai ekonomis. Penggunaan Teknologi untuk mengolah dan mempublikasikan data hasil observasi dalam bentuk tabel, grafik, atau infografis, serta mendukung penyajian ide melalui perangkat presentasi dan desain grafis guna meningkatkan literasi digital.

Dalam ranah enjineri, murid dari konsentrasi keahlian Pengembangan Perangkat Lunak dan Gim mendesain gim sederhana bertema budidaya cacing tanah sebagai edukasi pemanfaatan pengolahan sampah organik.

Dengan mengaplikasikan perangkat pengembangan gim (*GameMaker/Godot/Unity*), menerapkan logika pemrograman, dan menghasilkan purwarupa yang dapat dimainkan sebagai media pembelajaran kreatif mendukung proyek yang dikerjakan.

Ilmu Matematika digunakan untuk menghitung bahan, menguji hasil, dan nilai ekonomis hasil pengolahan, sehingga melatih ketelitian, logika, serta kemampuan berpikir kritis sambil menghubungkan konsep matematika dengan peluang usaha nyata. Hasil proyek kemudian dikomunikasikan melalui presentasi dan bertukar pikiran secara sistematis, sehingga murid terlatih menyelesaikan masalah nyata secara ilmiah dan menyadari bahwa sampah dapat diubah menjadi sumber daya yang bernilai ekonomi. Proyek pemanfaatan limbah organik di SMKN 11 Semarang menjadi contoh praktik baik pembelajaran STEM yang mengintegrasikan pengetahuan akademik dengan pengembangan kreativitas, kolaborasi, dan jiwa kewirausahaan. Satuan Pendidikan lain pun dapat terinspirasi untuk menciptakan program serupa yang tidak hanya berdampak positif bagi lingkungan, mempersiapkan generasi inovatif.

Inspirasi Praktik Baik

SLB Negeri Cicendo: Dari Jelantah Menjadi Sabun Ramah Lingkungan

SLB Negeri Cicendo berada di pusat Kota Bandung, kawasan yang padat penduduk. Lingkungan ini kerap menghadapi persoalan limbah rumah tangga, salah satunya limbah minyak jelantah yang sering dibuang sembarangan. Jika tidak dikelola, limbah ini dapat mencemari tanah dan air, sekaligus menimbulkan bau tidak sedap. Dari kondisi tersebut, sekolah kemudian mengangkat isu minyak jelantah sebagai bahan pembelajaran berbasis STEM. Tujuannya sederhana namun bermakna: mengubah sesuatu yang dianggap limbah menjadi produk ramah lingkungan sekaligus sarana belajar yang kontekstual.



Murid memiliki kondisi hambatan pendengaran yang beragam, namun mereka menunjukkan bahwa keterbatasan tidak menghalangi semangat mereka untuk berinovasi. Dalam proyek ini, murid akan difasilitasi oleh pendidik dengan pendekatan visual: gambar, video, instruksi tertulis maupun bahasa isyarat sederhana agar menjadi jembatan komunikasi dalam pembelajaran.

Murid belajar bahwa sains tidak hanya ada di buku. Mereka mengamati bagaimana minyak jelantah bisa diproses kembali menjadi produk berguna. **Teknologi** mereka kenali lewat pemanfaatan alat sederhana seperti wadah bekas, stik kayu, hingga media visual yang membantu komunikasi. Di ranah **enjinering**, murid melaksanakan aktivitas penyaringan minyak, pencampuran NaOH dengan minyak, hingga pencetakan sabun. **Matematika** hadir dalam perhitungan volume dan massa menggunakan satuan ml, liter, dan gram, menentukan perbandingan minyak jelantah dengan larutan NaOH yang tepat, dan membandingkan kualitas sabun buatan dengan produk komersial.

Pelaksanaan proyek ini mengikuti alur praktik saintifik dan enjinering. Murid diajak mengamati masalah lingkungan, berdiskusi tentang bahayanya, lalu berdiskusi menentukan solusi. Selanjutnya murid akan merancang langkah-langkah pembuatan sabun, mencoba membuatnya, menguji hasilnya, melakukan perbaikan jika hasilnya belum sesuai harapan, lalu membuat laporan lalu presentasi.



Asesmen dilakukan secara beragam, mulai dari tes tertulis melalui lembar kerja individu untuk mengukur pemahaman konsep, observasi proses kerja, hingga evaluasi produk melalui rubrik. Laporan kegiatan mereka sajikan dalam bentuk visual, sehingga lebih mudah dipahami dan sekaligus membanggakan untuk dipresentasikan.

Pada kegiatan ini, sabun ramah lingkungan yang dihasilkan bukan hanya

sebatas produk nyata, melainkan simbol akan kolaborasi dan kreativitas antarmurid.

Murid juga belajar berpikir kritis untuk menyelesaikan masalah, berkomunikasi dengan cara mereka sendiri, dan menemukan kepercayaan diri melalui hasil karya. Dari sebuah keterbatasan, lahirlah inspirasi bahwa, dengan semangat belajar dan kolaborasi, siapa pun bisa memberi kontribusi bagi lingkungan.

Selain itu, pendidik diharapkan mampu mengoptimalkan penggunaan teknik bertanya yang efektif untuk mendorong eksplorasi dan berpikir kritis murid. Pendidik juga perlu memberikan perancah (*scaffolding*) atau pendampingan yang sesuai ketika murid melakukan aktivitas praktik saintifik dan enjinereng. Pendampingan ini diberikan secara bertahap sesuai dengan tingkat kesiapan dan fase perkembangan murid. Pada PAUD, SLB, maupun satuan pendidikan umum yang melayani murid berkebutuhan khusus memerlukan arahan penuh serta pendampingan langsung dari pendidik sepanjang kegiatan berlangsung. Sementara itu, pada jenjang dan fase yang lebih tinggi, pendidik dapat mulai memberikan ruang lebih besar bagi murid untuk bekerja mandiri dengan menggunakan panduan seperti lembar kerja. Dengan demikian, peran pendidik dalam mendampingi aktivitas praktik STEM bersifat fleksibel dan adaptif, mempertimbangkan kebutuhan serta karakteristik murid secara individual.

3. Asesmen

Asesmen pembelajaran STEM dapat dilakukan dengan berbagai variasi teknik sesuai dengan tujuan pembelajaran mata pelajaran terkait. Tentunya tetap menerapkan bentuk asesmen formatif dan sumatif dengan penekanan pada asesmen autentik dan holistik. Perancangan asesmen dalam pembelajaran STEM ini juga dapat disusun berdasarkan tahap praktik saintifik dan enjinereng. Berikut adalah contoh merancang asesmen dalam pembelajaran STEM

Tabel 12 Contoh Rancangan Asesmen Pembelajaran STEM

Tahap Praktik Saintifik & Rekayasa	Contoh Aktivitas	Contoh Asesmen Autentik	Bentuk Penilaian
Empati	Mengamati fenomena atau objek, lalu mengajukan pertanyaan.	Rubrik observasi kemampuan murid mengidentifikasi masalah dan mengajukan pertanyaan relevan.	Observasi, catatan anekdot, rekaman lisan.
Bertanya & Mengidentifikasi Masalah			
Bertukar Pikiran Menentukan Solusi	Diskusi ide awal dan eksplorasi alternatif solusi.	Penilaian partisipasi dan kontribusi ide dalam diskusi kelompok.	Lembar observasi kolaborasi, daftar centang.
Mendesain Solusi	Membuat sketsa atau rencana langkah kerja.	Rubrik menilai kelengkapan dan kesesuaian desain dengan masalah.	Analisis produk (sketsa/ rencana kerja).
Membuat Solusi	Merakit atau membangun purwarupa.	Penilaian keterampilan menggunakan alat dan bahan secara aman dan efektif.	Observasi langsung, daftar cek keselamatan kerja.
Menguji dan Mengevaluasi Solusi	Mencoba purwarupa dan mencatat hasil uji.	Rubrik menilai kemampuan murid menganalisis hasil uji berdasarkan kriteria keberhasilan.	Observasi proses, analisis catatan data murid.
Mendesain Ulang	Memperbaiki solusi berdasarkan hasil uji coba.	Penilaian perbaikan yang dilakukan murid sesuai temuan.	Analisis produk versi awal dan versi revisi.

Tahap Praktik Saintifik & Rekayasa	Contoh Aktivitas	Contoh Asesmen Autentik	Bentuk Penilaian
Mengomunikasikan	Menyampaikan hasil proyek melalui presentasi atau media lain.	Rubrik menilai kemampuan murid menyampaikan ide dan hasil kerja dengan jelas.	Presentasi lisan, poster, video, atau portofolio.

Bentuk penilaian pada setiap tahap praktik saintifik dan engineering dapat diuraikan dan dihubungkan dengan mata pelajaran yang relevan. Dengan cara ini, setiap pendidik dapat menilai aspek yang menjadi bagian dari tujuan pembelajaran mata pelajaran masing-masing tanpa harus keluar dari konteks proyek STEM yang sedang berlangsung. Misalnya, tahap Menguji dan Mengevaluasi Solusi dapat diakses oleh guru IPA melalui pengamatan proses eksperimen dan analisis data, sementara guru Matematika menilai keterampilan murid dalam menghitung, mengukur, atau membuat representasi data.

Guru IPS dapat berkontribusi dalam tahap Bertanya dan Mengidentifikasi Masalah maupun Mengomunikasikan, misalnya dengan menilai kemampuan murid menjelaskan keterkaitan permasalahan proyek dengan kondisi sosial, ekonomi, atau lingkungan di wilayah setempat. Sementara itu, guru Bahasa Indonesia dapat mengakses tahap mengomunikasikan melalui penilaian terhadap kemampuan murid menyusun laporan tertulis, membuat poster, atau menyampaikan presentasi dengan bahasa yang efektif dan runtut.

Proses penilaian ini dapat dilakukan pada jam pelajaran masing-masing mata pelajaran, sehingga asesmen tetap selaras dengan alur kurikulum yang berlaku dan memudahkan koordinasi antarpendidik. Dengan demikian, asesmen pembelajaran STEM menjadi terintegrasi, autentik, dan efisien, sekaligus memastikan bahwa ketercapaian tujuan pembelajaran pada setiap mata pelajaran dapat terukur melalui kontribusi nyata murid dalam proyek.

Catatan

Untuk jenjang PAUD dan SD/MI, asesmen pembelajaran STEM dilakukan secara menyeluruh oleh guru kelas dengan mengintegrasikan penilaian pengetahuan, keterampilan, dan sikap dalam satu kegiatan tematik. Penilaian mencakup setiap tahap praktik saintifik dan engineering melalui observasi langsung, catatan anekdot, portofolio karya, dan dokumentasi proses. Fokusnya adalah menilai keterlibatan, kreativitas,

kerjasama, keterampilan menggunakan alat dan bahan, kemampuan mengamati, memperbaiki, serta mengomunikasikan ide. Teknik asesmen yang digunakan bersifat autentik dan holistik, disesuaikan dengan karakteristik perkembangan murid, serta dirancang agar mudah diterapkan dalam pembelajaran sehari-hari.


**Pindai Kode
Respons Cepat
berikut**

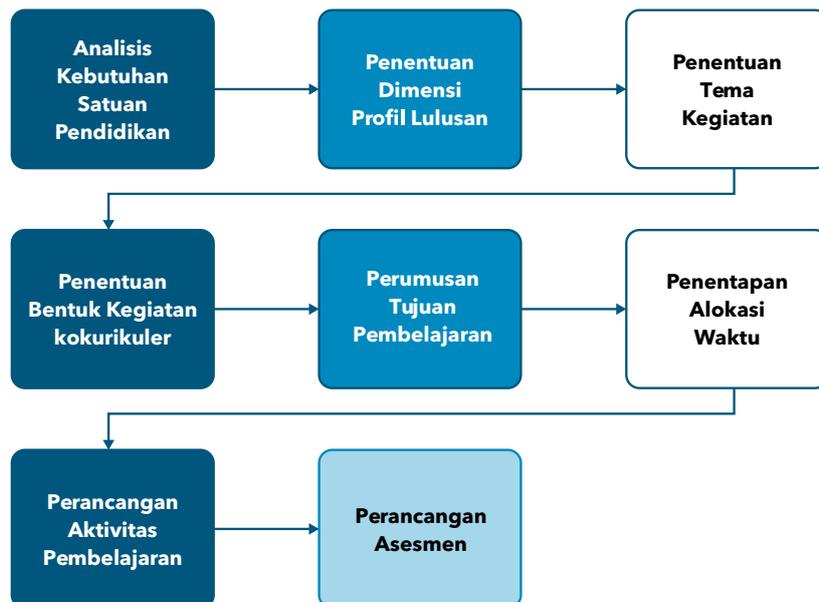
Akses kode respon cepat berikut untuk melihat contoh perencanaan pembelajaran STEM di intrakurikuler.

https://bit.ly/Contoh_Intrakurikuler



B Kokurikuler

Integrasi pembelajaran STEM dalam kegiatan kokurikuler merupakan langkah strategis untuk memperluas ruang belajar murid di luar kelas yang formal dan memperkuat dimensi profil lulusan. Kegiatan ini didesain secara kolaboratif lintas disiplin untuk memperdalam, memperkuat, dan memperkaya pembelajaran intrakurikuler (Kemendikdasmen, 2025). Proses perancangan pembelajaran STEM dalam kegiatan kokurikuler dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 17. Alur Perancangan Pembelajaran STEM dalam Kokurikuler

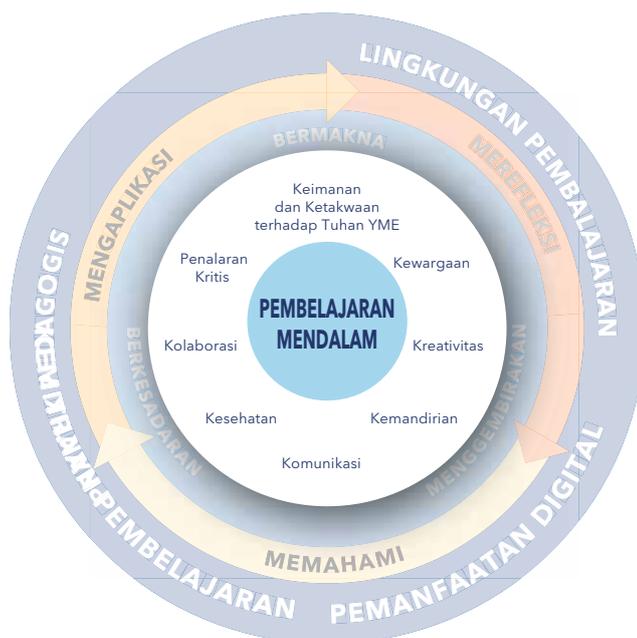
1) Analisis Kebutuhan Satuan Pendidikan

Analisis konteks dilakukan untuk mengidentifikasi isu nyata yang relevan dengan kehidupan murid, meliputi:

- Pemetaan kebutuhan belajar murid (berdasarkan asesmen formatif dan sumatif).
- Identifikasi potensi sumber daya (pendidik, fasilitas, lingkungan, jejaring mitra, finansial).
- Telaah sosial-budaya lokal agar tema bermakna dan kontekstual.
- Diskusi lintas mata pelajaran untuk mengintegrasikan kompetensi STEM sesuai dimensi profil lulusan.

2) Penentuan Dimensi Profil Lulusan

Penentuan dimensi profil lulusan menjadi hal yang sangat penting dalam merancang pembelajaran STEM berbasis kokurikuler sebab dimensi profil lulusan merupakan tujuan akhir yang ingin dicapai melalui kegiatan kokurikuler ini.



Gambar 18. Delapan Dimensi Profil

Terdapat delapan dimensi profil lulusan yang dapat dikuatkan melalui pembelajaran STEM di kokurikuler seperti yang terlihat pada gambar 9. Penetapan dimensi profil lulusan yang ingin dicapai **berangkat dari hasil analisis kebutuhan satuan pendidikan, isu nyata di lingkungan murid, isu-isu global, dan potensi sumber daya lokal**. Dengan demikian, pembelajaran STEM di kokurikuler selain dapat mendukung pencapaian dimensi profil lulusan, juga membangun keterampilan hidup lintas konteks.

3) Penentuan Tema Kegiatan

Tema berfungsi sebagai penghubung antara hasil analisis kebutuhan, dimensi profil lulusan yang dipilih, dan kegiatan kokurikuler berbasis STEM lintas disiplin ilmu. Tema tidak sekadar judul, tetapi kerangka besar yang memandu arah pembelajaran agar kontekstual, bermakna lintas disiplin dan dekat dengan kehidupan murid, serta menstimulasi keterlibatan murid dalam pemecahan masalah nyata.

Proses penentuan tema dilakukan dengan langkah berikut:

- a) **Mengacu pada hasil analisis konteks dan kebutuhan murid.** Tema dipilih dari isu yang benar-benar dekat dengan kehidupan murid sehari-hari.
- b) **Mengaitkan dengan dimensi profil lulusan.** Tema harus selaras dengan dimensi profil lulusan.
- c) **Mengarahkan lintas disiplin ilmu.** Tema harus membuka ruang integrasi antar mata pelajaran sehingga kegiatan kokurikuler menjadi khas STEM.
- d) **Memastikan keterhubungan dengan hasil akhir.** Tema harus mampu melahirkan produk/solusi nyata yang relevan dengan murid dan lingkungannya.



Produk yang menjadi hasil akhir pembelajaran STEM tidak harus berupa barang/purwarupa, bisa juga berupa rancangan, sketsa, cetak biru, dan lain-lain

4) Penentuan Bentuk Kegiatan Kokurikuler

Secara alami implementasi pembelajaran STEM dalam kokurikuler sesuai dengan bentuk pembelajaran kolaboratif lintas disiplin ilmu. Bentuk kegiatan kokurikuler ini menghubungkan dua mata pelajaran atau lebih sehingga murid membangun pemahaman kontekstual sekaligus mengembangkan keterampilan saintifik dan engineering.

5) Perumusan Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran kokurikuler dirumuskan sebagai capaian yang mengintegrasikan kompetensi lintas disiplin ilmu dengan konten kontekstual sesuai tema dan dimensi profil lulusan yang akan dicapai. Tujuan ini menggambarkan arah, capaian, serta hasil nyata yang diharapkan setelah murid mengikuti kegiatan kokurikuler STEM.

6) Penetapan Alokasi Waktu

Penetapan alokasi waktu kegiatan kokurikuler berbasis STEM lintas disiplin ilmu harus mempertimbangkan beberapa faktor penting, yaitu:

- a) **kompleksitas tema dan produk akhir** yang akan dihasilkan murid.
- b) **dimensi profil lulusan yang dituju**, karena berkaitan dengan kompleksitas aktivitas yang membutuhkan eksplorasi, eksperimen, dan kolaborasi lebih intensif.
- c) **keterlibatan lintas disiplin ilmu**, karena semakin banyak mata pelajaran yang diintegrasikan, semakin besar pula kebutuhan waktu belajar.

Alokasi waktu kokurikuler telah diatur pada Peraturan Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2025 tentang perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 12 Tahun 2024 tentang Kurikulum pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah.



Pindai Kode
Respons Cepat
berikut

Akses kode respon cepat berikut untuk melihat contoh Panduan Kokurikuler dan rincian jam pelajaran kokurikuler setiap jenjang.

https://bit.ly/Panduan_Kokurikuler



Alokasi waktu pembelajaran STEM dalam kokurikuler bersifat fleksibel dalam pembagian per semester, artinya satuan pendidikan dapat mengatur pelaksanaan dalam dua semester atau dengan pembagian yang berbeda untuk setiap kegiatan. Yang terpenting, total jam per tahun terpenuhi secara utuh agar kegiatan kokurikuler tetap selaras dengan regulasi nasional.

7) Perancangan Aktivitas Pembelajaran

Pengembangan aktivitas dalam kegiatan kokurikuler berbasis STEM tetap mengacu pada tiga karakteristik pembelajaran STEM serta menekankan pengalaman pembelajaran mendalam. Aktivitas tidak hanya bersifat praktis atau tematik, melainkan dirancang dalam kerangka proyek lintas mata pelajaran melalui isu nyata dan penerapan praktik saintifik dan engineering. Aktivitas pembelajaran STEM dalam kokurikuler menyesuaikan dengan alokasi waktu yang sudah ditetapkan untuk satu proyek. Langkah-langkah praktik saintifik dan engineering dapat dipecah-pecah ke dalam beberapa pertemuan sesuai alokasi yang sudah ditentukan tersebut.

Dalam aktivitas pembelajaran ini pun satuan pendidikan dapat berkolaborasi dengan mitra/praktisi/ahli atau narasumber lainnya yang sesuai dengan tema proyek. Kolaborasi ini akan memberikan penguatan bagi para murid dalam melaksanakan proyek STEM.

Pada dasarnya prinsip perancangan aktivitas pembelajaran STEM dalam kokurikuler adalah sebagai berikut:

- a) berangkat dari isu nyata hasil analisis kebutuhan.
- b) menerapkan praktik saintifik dan rekayasa dalam langkah pembelajaran.
- c) terlihat integrasi lintas disiplin ilmu dalam langkah pembelajarannya (IPA, Matematika, IPS, Bahasa, Seni, Teknologi, Pendidikan Pancasila/Agama sesuai jenjang).
- d) menumbuhkan dimensi profil lulusan yang telah diprioritaskan.
- e) berorientasi pada produk/solusi nyata yang bisa digunakan atau dikampanyekan.
- f) memiliki kesinambungan antarfase proyek (eksplorasi masalah, eksperimen/observasi, perancangan solusi, produksi/presentasi).

8) Perancangan Asesmen

Asesmen pembelajaran STEM pada kokurikuler menggunakan asesmen formatif dan sumatif yang mengacu pada alur perkembangan delapan dimensi profil lulusan yang ingin dicapai pada tema kokurikuler. Asesmen formatif dilakukan sepanjang proses kegiatan berlangsung yang bertujuan untuk memberikan umpan balik yang bersifat membangun, membantu murid merefleksikan pembelajarannya, dan memberikan informasi bagi pendidik untuk menyesuaikan strategi pembelajaran. Dengan demikian contoh bentuk asesmen formatif yang dapat digunakan diantaranya adalah observasi, catatan anekdot, penilaian diri, penilaian antarteman dan lainnya.

Asesmen sumatif dilakukan pada akhir kegiatan kokurikuler yang bertujuan untuk melihat ketercapaian tujuan kokurikuler. Perlu diingat bahwa tujuan kokurikuler dikembangkan berdasarkan dimensi profil lulusan yang ingin dicapai. Asesmen ini mencakup hasil akhir yang dihasilkan murid, baik berupa karya, aksi, maupun presentasi. Contoh asesmen yang dapat digunakan dalam Pembelajaran STEM pada kegiatan kokurikuler dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 13 Asesmen Integrasi Praktik Saintifik dan Enjinerig dengan Dimensi Profil Lulusan

Praktik Saintifik dan Enjinerig	Indikator Kinerja	Contoh Indikator pada Dimensi Profil Lulusan	Bentuk Penilaian
Empati	1. Merumuskan pertanyaan investigatif spesifik	1. Penalaran kritis: membedakan fakta-opini dalam data	Proposal proyek, catatan diskusi tim
Bertanya & Mengidentifikasi Masalah	2. Mengidentifikasi akar masalah teknis/saintifik	2. Kewargaan: menyadari dampak masalah bagi masyarakat/lingkungan	
	3. Mengumpulkan data awal yang relevan	3. Kolaborasi: mendengarkan perspektif anggota tim	
Bertukar Pikiran Menentukan Solusi	1. Menghasilkan lebih dari 3 alternatif solusi	1. Kreativitas: ide orisinal & aplikatif	Peta pikiran (<i>mind map</i>), diagram tulang ikan sketsa solusi, rekaman curah pendapat (<i>brainstorming</i>)
	2. Mempertimbangkan kriteria (biaya, material, waktu)	2. Kolaborasi: menghargai kontribusi anggota	
	3. Memetakan risiko setiap solusi	3. Komunikasi: menyampaikan ide dengan skema/diagram	
Mendesain Solusi	1. Membuat desain teknis rinci (sketsa, diagram)	1. Penalaran kritis: mempertimbangkan keterbatasan desain.	Cetak biru (<i>blueprint</i>), bagan alir (<i>flowchart</i>), daftar alat dan bahan
	2. Menentukan alat dan bahan	2. Kewargaan: memilih material ramah lingkungan.	
	3. Menyusun langkah implementasi	3. Komunikasi: menggunakan perangkat lunak (<i>software</i>) desain	

Praktik Saintifik dan Enjinerig	Indikator Kinerja	Contoh Indikator pada Dimensi Profil Lulusan	Bentuk Penilaian
Membuat Solusi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membangun purwarupa sesuai desain 2. Menerapkan keselamatan kerja 3. Mendokumentasikan proses 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kolaborasi: pembagian tugas yang adil 2. Kesehatan: menjaga kebersihan dan keselamatan kerja 3. Penalaran kritis: mengatasi kendala teknis 	Catatan harian, foto/ video proses, purwarupa
Menguji dan Mengevaluasi Solusi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Merancang metode uji valid 2. Mengumpulkan data kuantitatif 3. Menganalisis kelebihan/ kekurangan solusi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penalaran kritis: mengaitkan hasil uji dengan teori saintifik 2. Komunikasi: menyajikan data dalam grafik/tabel 3. Kewargaan: mengevaluasi dampak sosial produk 	Laporan uji, grafik data, analisis kegagalan
Mendesain Ulang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi poin perbaikan spesifik 2. Memodifikasi desain berdasarkan data 3. Menguji ulang solusi perbaikan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kreativitas: inovasi pada solusi revisi 2. Kemandirian: tekun memperbaiki kesalahan 	Desain hasil revisi, perbandingan hasil uji ulang
Mengomunikasikan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyajikan proses dan hasil secara runtut 2. Menggunakan argumen berbasis data 3. Memanfaatkan media digital efektif 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Komunikasi: presentasi interaktif/situs web/video 2. Kolaborasi: mengakui kontribusi tim 3. Kemandirian: transparan menyampaikan keterbatasan produk 	Presentasi akhir, poster digital, video demo


**Pindai Kode
 Respons Cepat
 berikut**

Akses kode respon cepat berikut untuk melihat contoh perencanaan pembelajaran STEM di kokurikuler.

https://bit.ly/Contoh_Kokurikuler



Inspirasi Praktik Baik SD

Membuat Kursi Kreatif Tempatku Bersantai Sekolah Lentera Harapan Koja



Sekolah Lentera Harapan Koja, yang berada di wilayah Jakarta Utara mengembangkan sebuah pembelajaran berbasis proyek yang lahir dari permasalahan nyata di lingkungan sekolah. Pembelajaran ini menjadi bagian dari **implementasi pembelajaran STEM dalam kegiatan kokurikuler**. Kokurikuler dipilih karena memberi ruang bagi murid untuk belajar lintas disiplin dengan lebih fleksibel, berfokus pada pengalaman kontekstual, dan menghasilkan produk nyata yang bermanfaat. Dalam praktik baik ini, murid diajak mengolah sampah plastik menjadi kursi kreatif yang dapat digunakan kembali di sekolah.

Analisis kebutuhan dilakukan melalui pengamatan lingkungan sekolah. Pendidik dan murid menemukan bahwa botol plastik bekas menumpuk di kelas dan halaman sekolah. Masalah ini dijadikan titik awal kegiatan kokurikuler STEM untuk mengubah sampah menjadi barang yang dapat berguna bagi kebutuhan manusia.

Penetapan dimensi profil lulusan di Sekolah Lentera Harapan (SLH) Koja berangkat dari hasil **analisis kebutuhan satuan pendidikan**. Berdasarkan pengamatan, murid masih kurang sadar dan bertanggung jawab dalam menggunakan wadah plastik sekali pakai. Kondisi ini diperparah dengan banyaknya tumpukan sampah plastik setiap hari di sekolah, sementara frekuensi pengambilan sampah oleh pengelola lingkungan cukup lambat. Akibatnya, sampah plastik dengan cepat menumpuk dan menimbulkan persoalan kebersihan serta kesehatan.

Dari isu nyata di lingkungan sekolah tersebut, pembelajaran STEM kokurikuler dirancang untuk memperkuat **dimensi profil lulusan**, khususnya dimensi penalaran kritis (menganalisis dampak sampah plastik), *kewargaan* (peduli terhadap lingkungan sekolah), *keaktifan* (merancang solusi inovatif dari sampah), dan *keimanan serta ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa* (merefleksikan tanggung jawab manusia dalam merawat ciptaan Tuhan). Dengan demikian, proyek STEM kokurikuler tidak hanya mendukung pencapaian profil lulusan, tetapi juga membekali murid dengan keterampilan hidup lintas konteks dalam menghadapi isu lingkungan yang nyata.

Penentuan tema kegiatan disepakati: "Kursi Kreatif Tempatku Bersantai". Tema ini relevan dengan kebutuhan sekolah sekaligus menghubungkan isu sampah plastik dengan solusi nyata yang berguna.



Murid bekerja berkelompok dalam **bentuk kegiatan kokurikuler** lintas disiplin:

- **IPA** untuk memahami sifat plastik.

- **Matematika** untuk menghitung jumlah botol dan dimensi kursi.
- **Rekayasa dan Teknologi** untuk merancang dan membuat kursi.
- **Seni** untuk menghias kursi agar menarik.
- **Pendidikan Agama dan Pancasila** untuk menanamkan nilai tanggung jawab dan gotong royong.

Kegiatan ini diharapkan dapat mewujudkan **tujuan pembelajaran** agar murid mampu menganalisis masalah sampah plastik, merancang desain kursi, menguji kekuatan produk, serta memperbaikinya sesuai kriteria yang ditentukan.

Alokasi waktu pembelajaran kokurikuler STEM ditetapkan selama **32 jam pelajaran**. Penentuan waktu ini mempertimbangkan beberapa aspek penting. Pertama, **kompleksitas tema dan produk akhir** berupa kursi kreatif dari sampah plastik, yang menuntut eksplorasi konsep sains, teknologi, seni, rekayasa, dan matematika sekaligus praktik langsung dalam perancangan dan pembuatan kursi. Kedua, **dimensi profil lulusan** yang dituju, seperti ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa, penalaran kritis, kewargaan, keaktifan, yang memerlukan aktivitas eksperimen, diskusi, dan kolaborasi intensif. Ketiga, **keterlibatan lintas disiplin ilmu**, karena proyek ini mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, seni, matematika, serta refleksi nilai keagamaan, sehingga membutuhkan rentang waktu belajar yang lebih panjang untuk menghubungkan konsep dengan praktik nyata.

Aktivitas pembelajaran dimulai dengan audit sampah plastik. Murid menghitung jumlah botol yang terkumpul, mendiskusikan rancangan kursi, lalu membuat purwarupa. Dalam prosesnya, mereka menemukan kursi dengan botol kosong mudah roboh. Melalui pengalaman belajar tersebut, murid belajar melakukan perbaikan desain, misalnya dengan mengisi botol air atau pasir. Kreativitas muncul ketika kursi dihias dengan kain dan ornamen agar tampak estetik.



Asesmen dilaksanakan secara formatif melalui jurnal audit, observasi guru, diskusi kelompok dan sumatif melalui produk kursi dan presentasi kelompok.

Pada puncak kegiatan, setiap kelompok **mempresentasikan** hasil karya mereka. Kursi dari botol plastik tidak hanya menunjukkan keterampilan saintifik, rekayasa, seni, dan matematika, tetapi juga nilai iman, tanggung jawab, serta kolaborasi.



Pada puncak kegiatan, setiap kelompok **mempresentasikan** hasil karya mereka. Kursi dari botol plastik tidak hanya menunjukkan keterampilan saintifik, rekayasa, seni, dan matematika, tetapi juga nilai iman, tanggung jawab, serta kolaborasi.

Melalui kegiatan kokurikuler ini, murid Sekolah Lentera Harapan Koja belajar bahwa pembelajaran STEM bisa lahir dari persoalan sehari-hari. Mereka tidak hanya menghasilkan kursi kreatif, tetapi juga menguatkan keterampilan berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, serta kesadaran untuk merawat bumi sebagai wujud iman kepada Tuhan Yang Maha Esa.



Akses video pembelajaran di <https://youtu.be/aGpD4P1XyE>

(Gratia Sabandar Feberman Telaumbanua, Indri R. Bangowi, Sri Anggraini)
Guru Sekolah Lentera Harapan Koja, Jakarta Utara

Inspirasi Praktik Baik SMP

BIOPLASTIK Sekolah Lentera Harapan Medan

Pendidik dan murid Sekolah Menengah Pertama SLH Medan memulai sebuah perjalanan belajar dari isu yang mereka temui sehari-hari: **tumpukan sampah plastik** di lingkungan sekolah. Dari hasil pengamatan, mereka menyadari bahwa plastik tidak hanya mengganggu kebersihan, tetapi juga berdampak pada kesehatan dan keseimbangan ekosistem. Masalah nyata inilah yang kemudian dipilih sebagai titik awal pembelajaran kokurikuler STEM.

Sejak awal, pembelajaran ini diarahkan bukan hanya untuk melatih keterampilan sains, tetapi juga menumbuhkan **dimensi profil lulusan** tertentu yang relevan. Pendidik dan murid bersama-sama menetapkan lima dimensi profil lulusan yang ingin dicapai, yaitu: Keimanan dan Ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Penalaran Kritis, Kreativitas, Kolaborasi, dan Komunikasi. Murid diajak untuk merefleksikan tanggung jawab iman dalam memelihara bumi sebagai ciptaan Tuhan, sekaligus mengembangkan keterampilan berpikir kritis untuk menganalisis data pencemaran plastik. Mereka juga dilatih untuk kreatif dalam merancang solusi berupa bioplastik, bekerja sama dalam kelompok, dan akhirnya menyampaikan hasilnya secara meyakinkan kepada komunitas sekolah.



Dengan dimensi tersebut, Pendidik merancang tema **“Bioplastik sebagai Solusi Isu Sampah Plastik di Sekolah”**. Tema ini dipilih karena dekat dengan keseharian murid, relevan dengan isu global, sekaligus membuka ruang bagi integrasi lintas disiplin: IPA, Matematika, Teknologi, Seni, hingga Pendidikan Agama. Bentuk kegiatan kokurikuler yang dijalankan adalah pembelajaran lintas disiplin. Murid diajak untuk melakukan observasi lapangan, mencoba eksperimen pembuatan bioplastik, menganalisis hasilnya, dan akhirnya meluncurkan kampanye kesadaran lingkungan.

Tujuan kegiatan ini adalah agar murid mampu mengintegrasikan kepercayaan kepada Tuhan Yang Maha Esa, ilmu, dan keterampilan untuk merancang solusi nyata terhadap masalah sampah plastik, menguji purwarupa bioplastik, dan mengomunikasikan hasilnya secara bertanggung jawab.

Penetapan Alokasi Waktu

Kegiatan dilaksanakan dalam **8 pertemuan**, mencakup pengenalan masalah, eksperimen bioplastik, evaluasi hasil, perbaikan prototipe, hingga presentasi akhir.



pembelajaran, murid menapaki tahapan pembelajaran berbasis proyek STEM secara bertahap. Mereka memulai dengan **Introducing the Problem**, yaitu mengamati kondisi sampah plastik di sekitar sekolah dan merenungkan peran manusia dalam menjaga ciptaan Tuhan Yang Maha Esa. Dari sana, mereka masuk ke tahap **Developing Understanding**, dengan melakukan eksperimen sederhana membandingkan plastik konvensional dan bioplastik. Setelah memiliki bekal pengetahuan, mereka melangkah ke **Solving the Problem** dengan merancang, membuat, dan menguji purwarupa bioplastik menggunakan variasi bahan. Terakhir, di tahap **Communicating Solutions**, mereka menyiapkan laporan, membuat poster digital, dan menyampaikan presentasi kampanye "Sekolah Bebas Sampah Plastik" di hadapan pendidik dan teman-teman.

Selama pembelajaran berlangsung, pendidik menggunakan asesmen formatif untuk mendampingi proses belajar murid. Observasi dilakukan ketika murid berdiskusi atau bereksperimen, catatan anekdot ditulis untuk merekam perkembangan sikap kolaboratif dan refleksi, sementara penilaian diri dan antar teman membantu murid lebih peka terhadap kontribusinya masing-masing.



Di akhir pembelajaran, **asesmen sumatif** digunakan untuk melihat ketercapaian tujuan. Produk purwarupa bioplastik dinilai dari hasil uji ketahanan, kelenturan, dan daya uraian. Aksi kampanye sekolah bebas sampah plastik menjadi wujud nyata keterlibatan murid. Presentasi kelompok pun menjadi ajang bagi mereka untuk menunjukkan kemampuan komunikasi, menampilkan data eksperimen, serta merefleksikan nilai iman dan tanggung jawab sosial.

Dengan alur yang demikian, pembelajaran kokurikuler STEM ini tidak hanya menghasilkan bioplastik sebagai produk, tetapi juga membentuk murid yang mampu bernalar kritis, kreatif, bekerja sama, berani berkomunikasi, dan memandang tanggung jawab terhadap lingkungan sebagai bagian dari iman mereka. Pembelajaran menjadi hidup, kontekstual, dan berdampak–membangun murid untuk siap menghadapi tantangan nyata sekaligus menjadi sumbangsih bagi lingkungannya.



Akses video pembelajaran di <https://youtu.be/uTc2TpcXl2c>

(Yesi Br. Hutaaruk, Agustina Masta, Trifosa, Cici Damanik, Guru Sekolah Lentera Harapan Medan, Sumatera Utara)

Praktik Baik SMA

Liquid Window Ramah Lingkungan untuk Ruang Belajar Hemat Energi Sekolah Lentera Harapan Medan

Sekolah Lentera Harapan (SLH) Medan menghadapi kenyataan bahwa suhu ruang kelas sering meningkat pada siang hari akibat paparan sinar matahari. Kondisi ini membuat murid tidak nyaman belajar dan **mendorong penggunaan AC secara berlebihan. Situasi tersebut menimbulkan kebutuhan akan solusi ramah lingkungan yang mampu menjaga kenyamanan belajar sekaligus mengurangi konsumsi energi.** Dari sinilah lahir sebuah proyek kokurikuler STEM dengan tema "*Liquid Window: Teknologi Hijau untuk Ruang Belajar Sejuk dan Hemat Energi.*" **Tema** ini dipilih karena relevan dengan kebutuhan nyata sekolah, sekaligus menjawab tantangan global terkait perubahan iklim.



Dalam proyek ini, sekolah menetapkan **dimensi profil lulusan** yang dianggap relevan. Murid diajak untuk merefleksikan keimanan dan ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan memahami tanggung jawab iman dalam memelihara bumi sebagai wujud syukur. Selain itu, mereka dilatih mengembangkan penalaran kritis melalui analisis data suhu dan evaluasi efektivitas *liquid window*.

Kreativitas ditumbuhkan saat murid menghasilkan rancangan inovatif jendela cair berbasis hidrogel, sedangkan semangat kolaborasi dan komunikasi terbangun ketika mereka bekerja dalam kelompok, menyusun laporan, dan menyajikan hasil proyek secara ilmiah. Proyek ini juga menumbuhkan rasa kewargaan, karena murid belajar menumbuhkan kepedulian terhadap isu energi dan lingkungan sekitar sekolah.

Pembelajaran dikemas sebagai **pembelajaran lintas disiplin yang mengintegrasikan:**

- Fisika-Kimia: sifat hidrogel, transmisi cahaya, perpindahan panas.
- Matematika: perbandingan/proporsi, perhitungan volume-ketebalan lapisan, analisis data suhu.
- Rekayasa dan Teknologi: desain-pembuatan purwarupa, pengujian, iterasi.
- Seni/Desain: estetika panel dan pola shading.
- Pendidikan Agama dan Pancasila: kepedulian lingkungan, tanggung jawab sosial, refleksi iman.

Tujuan Pembelajaran yang hendak dicapai Adalah murid diharapkan mampu:

- Mengidentifikasi permasalahan suhu ruang kelas dan kaitannya dengan pemanasan global.
- Merancang dan merakit purwarupa *liquid window* berbasis hidrogel.
- Menguji efektivitas purwarupa dalam menurunkan suhu ruang kelas.
- Mengkomunikasikan hasil dan refleksi dengan data ilmiah dan perspektif iman kepada Tuhan Yang Maha Esa.

Pelaksanaan kegiatan berlangsung selama tiga minggu. Pada minggu pertama, murid melakukan observasi dan diskusi awal, mengukur suhu ruangan, mendiskusikan penyebab panas berlebih, serta merumuskan masalah yang dihadapi. Minggu kedua diisi dengan eksperimen saintifik mengenai sifat hidrogel, perancangan desain teknis, serta perakitan purwarupa *liquid window*.

Murid tidak hanya melakukan uji coba bahan, tetapi juga menghitung perbedaan suhu, volume hidrogel, dan ketebalan panel sebagai bentuk analisis matematis.

Minggu ketiga difokuskan pada pengujian efektivitas purwarupa, analisis data, serta presentasi hasil disertai refleksi nilai iman yang menekankan tanggung jawab manusia dalam mengelola ciptaan Tuhan.



Seluruh kegiatan dipandu dengan **asesmen** yang berlangsung secara formatif dan sumatif. Selama proses, pendidik mengamati diskusi, mencatat jalannya eksperimen, dan menilai refleksi harian murid. Pada akhir kegiatan, penilaian sumatif dilakukan melalui produk *liquid window* yang dihasilkan, laporan data, poster presentasi, dan refleksi.

Hasilnya, murid berhasil membuat purwarupa *liquid window* berbasis hidrogel yang terbukti menurunkan suhu ruang kelas. Pada puncak kegiatan, setiap kelompok **mempresentasikan** hasil karya mereka. Lebih dari sekadar produk, proyek ini menumbuhkan keterampilan bernalar kritis, berkolaborasi, berinovasi, dan berkomunikasi.



Proyek ini menanamkan kesadaran bahwa inovasi teknologi tidak dapat dilepaskan dari tanggung jawab iman serta kepedulian terhadap lingkungan.

Dengan demikian, pembelajaran kokurikuler STEM di SLH Medan menjadi contoh bagaimana sekolah dapat menghadirkan pengalaman belajar yang kontekstual, bermakna, dan mendalam bagi muridnya.



Akses video pembelajaran di <https://youtu.be/naXNDImtXwE>

(Geraldo Rumapea, Melinda Geovanny Siahaan, Ober Lensius Sagala, Bettipi Nainggolan, Rifki Yusup B. Sianturi, Desy Napitupulu, Ombur M. Tarigan, Guru Sekolah Lentera Harapan Medan, Sumatera Utara)

C Ekstrakurikuler

Pembelajaran STEM dalam kegiatan ekstrakurikuler merupakan langkah strategis untuk memperluas dan menguatkan minat dan bakat berdasarkan potensi dan kebutuhan murid. Melalui kegiatan ekstrakurikuler, STEM diharapkan dapat melatih murid untuk mengembangkan kepribadian, kemandirian dan kerja sama. Murid dilatih bukan hanya untuk memecahkan masalah secara kritis, kreatif, kolaboratif tetapi juga mampu berinovasi, sehingga di masa mendatang murid terbiasa menjadi pencipta bukan hanya sekedar penikmat teknologi.

1) Perencanaan

Pengembangan pembelajaran STEM dalam ekstrakurikuler dapat dilakukan dengan langkah-langkah:

- 1) Menganalisis sumber daya yang diperlukan dalam penyelenggaraan ekstrakurikuler STEM misalnya ketersediaan sumber dana, sumber daya manusia, serta sarana prasarana di satuan pendidikan.
- 2) Mengidentifikasi minat dan bakat, potensi murid.
- 3) Memilih tema sesuai dengan kebutuhan, potensi, minat dan bakat murid.
- 4) Menetapkan bentuk kegiatan yang diselenggarakan, kompetensi, muatan pembelajaran-mengintegrasikan lintas mata pelajaran, beban belajar.
- 5) Menyusun alur/program kegiatan ekstrakurikuler.
- 6) Melibatkan mitra eksternal (bila diperlukan).

2) Pelaksanaan

Penjadwalan Ekstrakurikuler dirancang di awal tahun ajaran oleh pembina Ekstrakurikuler di bawah supervisi kepala satuan pendidikan atau wakil kepala satuan pendidikan. Jadwal Ekstrakurikuler diatur agar tidak menghambat pelaksanaan Intrakurikuler dan Kokurikuler.

Peran pendidik dalam pelaksanaan ekstrakurikuler disesuaikan dengan tahap perkembangan murid. Pada PAUD, sekolah dasar, dan SLB peran pendidik lebih dominan, dari pemilihan tema, hingga memandu pelaksanaan kegiatan STEM, sedangkan pada sekolah menengah, kemandirian dan kebebasan murid melaksanakan kegiatan dapat ditingkatkan.

Berikut adalah beberapa contoh pembelajaran STEM dalam ekstrakurikuler yang dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14 Contoh Pembelajaran STEM dalam Ekstrakurikuler

Ekstrakurikuler	Kaitan dengan STEM	Deskripsi Aktivitas	Bentuk Penilaian
<p>Karya Ilmiah Remaja (KIR) STEM</p>	<p>Praktik saintifik dan enjinerig digunakan sepanjang proses murid menghasilkan sebuah karya ilmiah dimulai dari merencanakan dan melakukan penelitian untuk memecahkan masalah hingga menghasilkan, menguji dan memperbaiki produk.</p>	<p>Urutan aktivitas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Murid merumuskan masalah dari permasalahan/potensi di lingkungan berdasarkan minatnya. • Murid menyusun rencana pemecahan masalah/ rencana pengembangan potensi. • Murid mengembangkan produk. • Murid menguji dan memperbaiki produk. • Murid mengomunikasikan hasil dalam bentuk laporan karya ilmiah atau melakukan pengabdian pada masyarakat terkait hasil yang telah diperoleh 	<p>Observasi aktivitas dan rubrik laporan karya ilmiah</p>
<p>Pramuka berbasis STEM</p>	<p>Kegiatan pramuka banyak melatih pemecahan masalah dalam kehidupan dan praktik saintifik dan enjinerig. Contohnya adalah membuat kompor alami ketika kondisi darurat (kemah).</p>	<p>Urutan aktivitas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengenalkan masalah tentang membuat dapur darurat misalnya saat perang/tersesat di hutan. • Murid mendesain kompor alami dari bahan-bahan alami yang disediakan. • Murid membuat kompor alami berdasarkan rancangannya dan mengujinya. 	<p>Observasi aktivitas dan produk kompor alami</p>

Ekstrakurikuler	Kaitan dengan STEM	Deskripsi Aktivitas	Bentuk Penilaian
<p>Kelompok Murid Pecinta Mata Pelajaran (<i>Science Club, Math Club</i>)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Murid memperbaiki desain kompor alami. • Murid mengomunikasikan hasil produknya dan perbaikan yang dilakukan. 	
	<p>Memperdalam materi pada masing-masing mata pelajaran dapat dilakukan dengan menyadari permasalahan di lingkungan dan memecahkan masalah tersebut dengan praktik saintifik dan enjineriing.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Murid mengidentifikasi masalah terkait materi yang dipelajari lebih dalam melalui observasi/ pencarian data • Murid merancang suatu pemecahan masalah berdasarkan konsep-konsep materi yang telah dipelajari • Murid melaksanakan rancangan yang telah dibuat, menguji dan memperbaiki rancangan yang dikaitkan dengan materi yang dipelajari • Murid melakukan refleksi dan menyampaikan hasilnya 	<p>Observasi aktivitas, unjuk kerja dimensi profil lulusan, produk dan keterampilan presentasi.</p>
<p>STEM Club</p>	<p>Kegiatan yang melatih praktik saintifik dan enjineriing dalam memecahkan masalah yang ada di lingkungan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Murid melakukan observasi, diskusi, wawancara di lingkungan terkait isu/ masalah yang terjadi di lingkungan 	<p>Observasi aktivitas, dimensi profil lulusan, produk/ purwarupa</p>

Ekstrakurikuler	Kaitan dengan STEM	Deskripsi Aktivitas	Bentuk Penilaian
	Dikembangkan sesuai dengan kondisi satuan pendidikan	<ul style="list-style-type: none"> • Murid secara berkelompok memahami tantangan, batasan dan tujuan dalam memecahkan masalah yang telah diidentifikasi. • Murid merancang, melaksanakan pemecahan masalah dan menguji produk/ purwarupa • Murid merefleksikan dan memperbaiki produk/ purwarupa • Murid menyampaikan proses dan produk sepanjang melaksanakan tantangan pemecahan masalah 	dan ke-terampilan presentasi.

3) Asesmen

Asesmen seperti halnya dalam intrakurikuler dan kokurikuler. Evaluasi Ekstrakurikuler STEM dilakukan untuk mengukur ketercapaian tujuan pada setiap indikator yang telah ditetapkan dalam rencana pengembangan Ekstrakurikuler oleh Satuan Pendidikan dan dari evaluasi ini satuan pendidikan dapat melakukan tindak lanjut berupa perbaikan pada perencanaan kegiatan berikutnya. Penilaiannya dalam laporan hasil belajar berbentuk deskripsi (kualitatif) dengan kriteria keberhasilannya meliputi proses dan hasil capaian kompetensi murid.

Berikut adalah contoh tujuan pembelajaran ekstrakurikuler karya ilmiah remaja untuk SMA/SMK/MA dan contoh rubrik penilaian.

Tujuan pembelajaran ekstrakurikuler KIR: Menciptakan produk fermentasi untuk mengatasi limbah jambu mete.

PERENCANAAN

PERENCANAAN	
Identifikasi Sumber Daya	<ul style="list-style-type: none"> • Lingkungan di sekitar memiliki kondisi kering namun tanaman mete hidup dengan subur dan limbah jambu mete tidak termanfaatkan • Sarana prasarana laboratorium memungkinkan untuk melaksanakan proses fermentasi • Sekolah memiliki pendidik yang memahami proses fermentasi • Sekolah terletak dekat dengan universitas dan peternakan sapi yang dapat diajak bekerjasama
Identifikasi Bakat Minat	<ul style="list-style-type: none"> • Murid memiliki minat dalam mempelajari produksi suatu produk untuk berwirausaha • Murid memiliki ketangguhan dan ketelitian dalam mengerjakan suatu proyek • Murid memiliki kecintaan menulis ilmiah dan poster
Menetapkan Tema	<ul style="list-style-type: none"> • Pengolahan limbah hasil pertanian • Menetapkan Tema • Judul: Produk pakan ternak hasil fermentasi jambu mete • Tujuan: Menciptakan produk pakan ternak hasil fermentasi jambu mete yang efisien
Menetapkan Bentuk Kegiatan	<ul style="list-style-type: none"> • Observasi lapangan dan wawancara dengan masyarakat • Pendalaman materi dari ahli (dosen) dan peternak • Menetapkan Bentuk Kegiatan • Memahami batasan dan tantangan untuk menyusun produk pakan ternak hasil fermentasi • Melaksanakan proses fermentasi jambu mete untuk pakan ternak, menguji dan memperbaiki proses • Menyajikan hasil dalam bentuk karya tulis • Melakukan pameran produk dalam kegiatan sekolah
Menetapkan Program	<ul style="list-style-type: none"> • Menetapkan linimasa kegiatan mulai dari perencanaan, ujicoba hingga pengemasan produk
Menetapkan Mitra	<ul style="list-style-type: none"> • Mitra dengan dinas pertanian ataupun dosen untuk pendalaman materi tentang fermentasi • Mitra dengan peternak untuk ujicoba pakan dan konsumen pembeli pakan

PELAKSANAAN

PELAKSANAAN	
Identifikasi Masalah	<ul style="list-style-type: none">• Murid melakukan observasi ke wilayah tegalan/kebun masyarakat yang ada di sekitar• Murid melakukan wawancara terkait proses pengolahan biji mete dan limbah jambu yang dihasilkan.• Murid menghitung jumlah jambu yang dihasilkan sepanjang musim panen• Murid menganalisis prospek limbah jambu menjadi produk yang bermanfaat
Penguatan Konsep	<ul style="list-style-type: none">• Murid mempelajari terkait proses fermentasi dari ahli (dosen/ahli pasca panen)• Murid mempelajari terkait produksi dan pemasaran dari wirausahawan
Merencanakan Proses Fermentasi	<ul style="list-style-type: none">• Murid memahami batasan dan tantangan dalam melakukan proses fermentasi• Menyusun rancangan alat fermentasi, perbandingan bahan fermentasi• Menyampaikan hasil rancangan
Melaksanakan Perangan	<ul style="list-style-type: none">• Melaksanakan proses fermentasi berdasarkan rancangan• Menguji produk fermentasi• Mengidentifikasi kelemahan dan memperbaiki proses fermentasi• Menguji ulang proses yang telah diperbaiki (kegiatan di ulang hingga menghasilkan produk yang sesuai)
Melaporkan Hasil	<ul style="list-style-type: none">• Menyusun laporan dalam bentuk karya tulis dan atau poster
Mengomunikasikan Hasil	<ul style="list-style-type: none">• Murid mempresentasikan hasil kepada rekan sejawat• Murid melakukan pengabdian pada masyarakat (opsional)

ASESMEN

Asesmen Formatif

Observasi Aktivitas

Nama:

Profil Dimensi Lulusan	Ceklist keterampilan hasil observasi		Catatan
	Ya	Tidak	
Kemampuan mendengarkan, berbagi ide dan menghargai pendapat rekan			
Kemampuan menganalisis informasi dan membuat penilaian yang logis			
Menyampaikan ide/informasi secara efektif baik lisan ataupun tertulis			
Kemampuan menghasilkan ide-ide baru dan solusi inovatif			
Karakter: Ketekunan dan resiliensi			

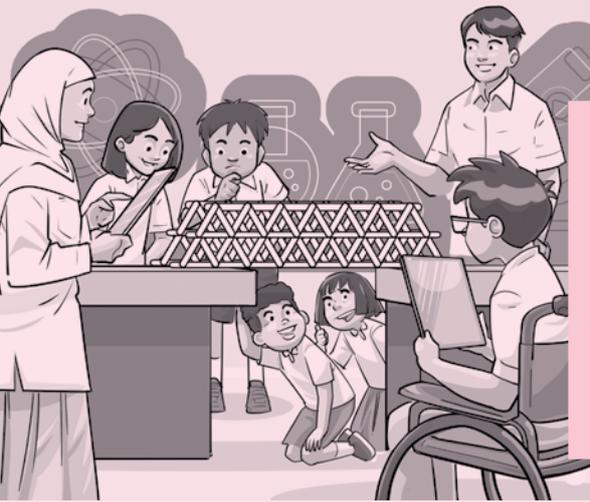
Asesmen Sumatif

Predikat	Sangat Baik	Baik	Cukup
Penguasaan Keterampilan	Murid menunjukkan kemampuan merancang, melaksanakan	Murid menunjukkan kemampuan merancang dan melaksanakan	Murid hanya mampu merancang, melaksanakan proyek dan

Predikat	Sangat Baik	Baik	Cukup
	dan menghasilkan produk fermentasi yang bermanfaat secara mandiri.	proyek secara mandiri, namun belum menghasilkan produk fermentasi yang bermanfaat.	menghasilkan produk fermentasi dengan bantuan pendidik.
Kehadiran dan Partisipasi	Persentase kehadiran 80-100% dan berpartisipasi aktif sepanjang kegiatan.	Persentase kehadiran di antara 50%-80% dan berpartisipasi aktif sepanjang kegiatan.	Persentase kehadiran dibawah 50% dan kurang aktif sepanjang kegiatan.
Profil dimensi lulusan <ul style="list-style-type: none"> • berkolaborasi • berkomunikasi • kreatif • berpikir kritis • berkarakter (tekun dan resilien) 	Murid menunjukkan seluruh kriteria	Murid hanya menunjukkan 4-3 kriteria.	Murid hanya menunjukkan 2-1 kriteria

Lampiran





Contoh Perencanaan Pembelajaran PAUD

Tanaman Ajaib di Sekitarku

1. IDENTITAS

Fase	:	Fondasi
Kelompok Usia	:	5-6 Tahun
Alokasi Waktu	:	12 kali pertemuan
Jumlah Murid	:	16
Semester	:	I (Satu)
Bulan	:	Agustus

2. IDENTIFIKASI

Dimensi Profil Lulusan	:	<ul style="list-style-type: none">• Penalaran kritis• Kesehatan• Kreativitas
-------------------------------	---	--

3. DESAIN PEMBELAJARAN

Topik	:	Tanaman Ajaib di Sekitarku
--------------	---	----------------------------

Konten Masalah	:	Seorang murid bercerita kalau ia mudah sakit saat cuaca berubah, tidak suka minum obat karena pahit, dan penasaran dengan tanaman obat yang katanya bisa menyehatkan, meski ia jarang melihatnya karena tinggal di lingkungan penuh gedung. Murid lain menanggapi bahwa ibunya sering membuat jamu dan ingin tahu cara membuatnya. Ada juga murid yang berbagi pengalaman, saat sakit perut ibunya memberi pucuk daun jambu biji untuk dikunyah, dan itu membuatnya merasa lebih baik. Dari percakapan yang berangkat dari masalah kesehatan anak saat cuaca berubah, rasa tidak suka minum obat, hingga pengalaman keluarga menggunakan ramuan tradisional, akhirnya disepakati untuk menjadikan tanaman obat sebagai topik pembelajaran.
Kriteria	:	Membuat jamu menggunakan tanaman obat yang terdapat di sekitar.
Batasan	:	Menggunakan tanaman obat yang mudah ditemukan di lingkungan rumah maupun sekolah, seperti jahe dan kunyit, serta memanfaatkan alat yang sudah dikenal oleh anak.
Tujuan Pembelajaran	:	Tujuan Pembelajaran: <ul style="list-style-type: none">• Murid dapat menerapkan cara menjaga kesehatan diri.• Murid mengontrol dan mengoordinasikan gerakan motorik halus.• Murid menggunakan bilangan untuk menyatakan ukuran atribut benda dengan satuan tidak baku.• Murid mengambil keputusan untuk menyelesaikan masalah sederhana terkait peristiwa.• Murid menggunakan teknologi sederhana secara aman dan bertanggung jawab.• Murid menggunakan alat dan bahan di sekitarnya untuk memecahkan masalah sederhana.
Kompetensi Prasyarat	:	<ul style="list-style-type: none">• Murid mengenal konsep bilangan dasar (menghitung 1-10, membedakan ukuran, mengenal urutan angka).• Murid mengenal teknologi sederhana dan memahami aturan dasar keselamatan saat menggunakannya.

Integrasi Komponen STEM

- Sains** :
- Menunjukkan ketertarikan untuk mengenal berbagai jenis tanaman obat.
 - Mengamati dan mengenal ciri-ciri tanaman obat (warna, bentuk, aroma, tekstur, dan rasa).
 - Mengenal manfaat tanaman di sekitar bagi kesehatan tubuh.
-
- Teknologi** :
- Mengeksplorasi cara menggunakan beberapa alat teknologi sederhana untuk memanfaatkan tanaman obat (saringan, sendok kayu, parutan, alat tumbuk, panci, dan alat teknologi sederhana lainnya).
 - Mengeksplorasi cara menggunakan alat teknologi kompleks yang digunakan untuk mengambil manfaat dari tanaman obat (kompor) dengan aman.
-
- Enjinerig** :
- Merancang alat sederhana dari bahan yang ada di sekitar untuk mempermudah pemanfaatan tanaman obat.
 - Melakukan prosedur yang tepat (mengikuti prosedur eksplorasi atau eksperimen sesuai dengan urutan).
 - Memecahkan masalah sederhana yang muncul saat sedang melakukan kegiatan.
-
- Matematika** :
- Membandingkan ukuran, bentuk, dan jumlah dengan cara sederhana.
 - Melakukan pengukuran (panjang, tinggi, atau volume) dengan satuan tidak baku.

Praktis pedagogis:

Pembelajaran kontekstual :	Pembelajaran Kontekstual	Praktik Saintifik dan Enjinerig
	Menghubungkan pengalaman awal anak	Empati
	Bertanya	Bertanya dan mengidentifikasi masalah

Pembelajaran Kontekstual	Praktik Saintifik dan Enjining
Menemukan	Bertukar pikiran dalam menentukan solusi
Masyarakat belajar	Mendesain solusi
Pemodelan	Membuat solusi
Refleksi	Menguji dan mengevaluasi solusi Mendesain ulang
Penilaian autentik	Mengomunikasikan

Pembelajaran kontekstual memuat praktik saintifik dan enjining, di mana murid diajak menghubungkan pengalaman, bertanya, menemukan masalah, merancang dan membuat solusi, menguji, merefleksi, hingga mengomunikasikan hasilnya.

Kemitraan Pembelajaran	: Penjual jamu gendong/penggiat herbal, orang tua, dan murid bekerja sama dalam kelompok kecil.
Lingkungan Pembelajaran	: Budaya belajar diwujudkan melalui partisipasi aktif, kolaboratif, dan rasa ingin tahu murid yang didukung oleh ruang fisik satuan pendidikan yang aman, nyaman, dan eksploratif (dengan pojok eksplorasi tanaman obat, kegiatan main yang bervariasi, serta poster/gambar menarik), serta ruang virtual berupa grup WhatsApp orang tua yang digunakan untuk berbagi dokumentasi kegiatan, komunikasi dua arah, dan memperkuat dukungan belajar di rumah.
Pemanfaatan Digital	Buku cerita elektronik dan video edukatif.

4. ALUR PEMBELAJARAN

Asesmen Awal	Memahami		Mengaplikasi		
Pertemuan ke-1	Pertemuan ke-2	Pertemuan ke-3	Pertemuan ke-4	Pertemuan ke-5	Pertemuan ke-6
<p>Dilakukan untuk mengetahui sejauh mana murid telah memiliki kompetensi prasyarat, melalui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pertanyaan pemantik, • Bermain mengurutkan tanaman obat, dan • Bermain “tebak alat” dan “aman atau tidak”. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengenal jenis dan ciri tanaman obat yang ada di sekitar (warna, bentuk, aroma, tekstur, rasa, ukuran). 	<ul style="list-style-type: none"> • Memahami manfaat tanaman obat untuk kesehatan • Permainan “Tebak Mana yang Lebih Hangat?” sebagai penghubung ke pertemuan selanjutnya. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eksplorasi rasa minuman jahe. • Eksplorasi alat dan bahan untuk membuat minuman jahe. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eksperimen membuat minuman jahe. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eksplorasi rasa minuman kunyit asam. • Eksplorasi alat dan bahan untuk membuat minuman kunyit asam.
Mengaplikasi			Merefleksi		
Pertemuan ke-7	Pertemuan ke-8	Pertemuan ke-9	Pertemuan ke-10	Pertemuan ke-11	Pertemuan ke-12
Eksperimen membuat minuman kunyit asam.	Belajar dari penjual jamu gendong.	Membuat jamu pilihan untuk disajikan kepada orang tua.	Latihan presentasi dan mendekor ruang kelas.	Presentasi karya (jamu dan jurnal tanaman obat).	Refleksi dan Rencana Tindak Lanjut.

5. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN



Pertemuan ke-1

Asesmen Awal

Asesmen awal dilakukan untuk mengetahui penguasaan murid terhadap **kompetensi prasyarat** (konsep bilangan, ukuran, pengenalan alat, dan pemahaman keselamatan kerja).

- Murid mengamati berbagai tanaman obat yang sudah disiapkan, seperti daun salam, jahe, kunyit, batang serai, bawang merah, dan tanaman obat lainnya.
- Pendidik mengajukan pertanyaan pemantik terkait konsep bilangan dan ukuran
 - “Kita hitung yuk, berapa jumlah daun salam yang ada di meja?”
 - “Menurut kalian, bagaimana dengan ukurannya?”
- Murid bermain “Bagaimana caramu mengurutkan tanaman obat ini?”. Pada tahap ini murid mengurutkan tanaman obat berdasarkan ukuran (misalnya batang serai dari yang paling pendek hingga paling panjang, kunyit dari paling kecil hingga paling besar).
- Murid mengamati alat teknologi sederhana seperti saringan, sendok kayu, parutan, alat tumbuk, panci, dan alat teknologi kompleks (kompor). Pendidik mengajukan pertanyaan pemantik:
 - “Apakah kalian pernah melihat atau menggunakan alat ini di rumah?”
 - “Bagaimana cara menggunakannya?”
- Murid bermain “Aman atau Tidak?”.
 - Pendidik menunjukkan gambar anak memegang panci air panas tanpa kain, murid memberikan jawaban “Aman” atau “Tidak” dan memberikan alasannya.
 - Dilanjutkan dengan beberapa gambar situasi aman dan tidak aman dalam membuat minuman berkhasiat.
(Terlampir; gambar inspirasi permainan “Aman atau Tidak Aman?”)

Hasil Asesmen Awal

Sebagian besar murid sudah mampu mengenal bilangan 1-10, membandingkan ukuran tanaman obat (besar-kecil, panjang-pendek), serta mengurutkan benda berdasarkan ukuran. Murid juga dapat menyebutkan nama beberapa alat sederhana beserta fungsinya. Beberapa murid masih belum memahami aturan dasar keselamatan, misalnya cara aman menggunakan alat atau menghindari risiko saat menggunakannya.

Memahami



Pertemuan ke -2

- Murid dan pendidik berbagi cerita tentang pengalamannya ketika sakit dan minum obat.
 - “Kalau kamu sakit flu atau demam, biasanya apa yang dilakukan?”.
 - “Obat seperti apa yang biasa kalian minum ketika sakit? Bagaimana rasanya?”.
 - “Selain minum obat, menurut kalian, apa lagi ya yang bisa membantu kita untuk cepat sembuh?”.
- Murid mengamati berbagai jenis obat: ada obat pabrik (tablet, kapsul, sirup) dan tanaman obat (daun salam, jahe, kunyit, bawang merah, batang serai, daun sirih, dll).
 - “Selain obat dari dokter, kira-kira ada tidak ya yang bisa membuat tubuh sehat?”
 - “Kalau tidak ada obat di rumah, apa yang bisa dipakai supaya badan terasa lebih baik?”
- Murid mengamati tanaman obat yang disediakan, misalnya daun salam, jahe, kunyit, bawang merah, batang serai, daun sirih, atau tanaman obat lainnya.
 - “Menurut kalian, tanaman ini bisa dipakai untuk apa ya?”.
 - “Pernahkan kalian melihat ayah bunda atau kakek nenek menggunakan tanaman ini? Untuk apa?”.
- Murid mengeksplorasi tanaman obat dengan meraba, menghidu aroma, dan mendeskripsikan ciri-cirinya seperti warna, bentuk, aroma, tekstur, dan rasa.
- Murid dibagi dalam kelompok kecil. Setiap kelompok mendapat berbagai jenis tanaman obat. Pendidik mengajukan pertanyaan, “Menurut kalian, tanaman ini bisa dipakai untuk apa?”. Murid berdiskusi, lalu menempelkan kartu tanaman dengan manfaatnya, misalnya jahe → batuk & hangat, kunyit → sakit perut. (Terlampir: gambar inspirasi bermain kartu tanaman).
- Pendidik melakukan konfirmasi dengan cara membandingkan hasil diskusi murid dengan penjelasan sebenarnya.
- Pendidik membacakan buku yang menceritakan pemanfaatan tanaman obat yang berkhasiat untuk kesehatan dengan judul Nilam si Tabib (Sumber buku: Let’s Read Asia).
- Murid menggambar di jurnal “Tanaman Ajaib” tentang pengetahuan dan pengalaman bermain hari ini.



Pertemuan ke-3

- Murid mengamati video singkat tentang manfaat tanaman obat. Suplemen video: Tema Tanaman , Subtema Tanaman Obat)
 - “Tanaman apa saja yang ada di video dan apa manfaatnya?”.
 - “Bagaimana cara merawat tanaman obat supaya tumbuh dengan subur?”.

- Murid bermain kotak rahasia dengan memasukkan tangan ke dalam kotak untuk meraba lalu menebak nama tanaman dan menjelaskan manfaatnya.
- Setelah bermain kotak rahasia, pendidik memantik diskusi dengan bercerita: “Kemarin sore, Bu Guru kehujanan dan menggigil karena kedinginan. Enaknya minum apa ya supaya badan hangat dan cepat segar?”.
- Murid diberi kesempatan menjawab tanaman obat yang cocok serta menyampaikan alasannya.
- Murid kemudian diberi dua wadah kecil berisi air hangat yang sudah direndam jahe vs serai. Murid menghirup uapnya sambil menutup mata untuk fokus pada aroma dan sensasi hangatnya. Pendidik memandu pertanyaan:
 - “Mana yang aromanya lebih kuat?”.
 - “Mana yang membuat hidung terasa hangat?”.
- Murid meracik sendiri minuman hangat sederhana dari jahe atau serai sesuai pilihan dan langkah pembuatan mereka tentukan, pendidik hanya mengamati.
- Murid merasakan perbedaan antara meminum minuman jahe dan serai, lalu berbagi cerita tentang rasa mana yang lebih kuat.
- Murid dan pendidik berdiskusi tentang minuman yang sudah dibuat, pertanyaan pemantik untuk sebagai bahan diskusi:
 - “Minuman mana yang lebih kamu sukai?”.
 - “Apa yang membuat kamu lebih menyukai minuman itu?”.
 - “Minuman mana yang lebih berkhasiat untuk menghilangkan batuk?”.
 - “Kalau begitu, minuman mana yang ingin kita buat bersama di kelas?”.
- Pendidik mengajak murid merencanakan membuat minuman jahe hangat dan menyehatkan.
 - “Kalau kita mau membuat minuman jahe, apa saja yang perlu disiapkan?”.
 - “Bagaimana cara agar air jahe tidak terlalu pedas atau terlalu panas untuk diminum?”.
- Murid diajak mencari tahu alat serta bahan yang dibutuhkan, lalu menyiapkannya untuk dibuat bersama.
 - “Siapa yang pernah lihat ibu atau ayah membuat minuman di rumah? Alat apa yang dipakai?”.
 - “Kalau mau merebus air, kita harus pakai apa supaya bisa matang?”.
- Murid menggambar di jurnal “Tanaman Ajaib” tentang pengetahuan dan pengalaman bermain hari ini.

Mengaplikasi



Pertemuan ke-4

- Murid memulai kegiatan dengan menceritakan kembali pengalamannya ketika mengenal jenis, ciri, dan manfaat tanaman obat.
- Pendidik kemudian mengulas kembali rencana membuat minuman dari jahe, lalu mengajak murid membentuk beberapa kelompok kecil.
- Setiap kelompok bermain "Bagaimana caramu mengolah jahe?". Murid diajak terlebih dahulu untuk menyampaikan idenya tentang cara mengolah jahe.
- Murid diberi kesempatan mencoba ide mereka dalam mengolah jahe. Jika cara yang dipilih masih jauh dari harapan, pendidik dapat mendemonstrasikan berbagai cara, seperti menumbuk, memarut, menggeprak, atau mengiris tipis. Murid kemudian mengamati perbedaan warna air, aroma, dan tekstur, serta menyampaikan hasil pengamatan, misalnya mana yang aromanya lebih kuat dan mana yang warnanya lebih pekat.
- Pendidik menuliskan temuan murid di papan pengamatan sebagai catatan bersama. Kegiatan eksplorasi alat dan bahan ini merupakan langkah awal ketika nanti mereka akan meramu jamu dengan cara dan resep pilihan sendiri.
- Selanjutnya, murid diberi tantangan untuk menyaring air rempah jahe dengan merancang saringan sederhana dari bahan yang tersedia di sekitar, misalnya kain kasa, kain lap bersih, ayakan kecil, atau corong kertas. Murid mencoba memisahkan ampas jahe dari airnya dengan berbagai cara, lalu mendiskusikan hasil percobaan mereka.
- Pendidik memandu dengan pertanyaan pemantik seperti:
 - › "Benda apa saja yang bisa kita gunakan untuk menyaring air jahe?"
 - › "Kalau saringan pertama belum berhasil, bahan lain apa yang bisa kita coba?"
 - › "Menurut kalian, bahan mana yang paling baik untuk menyaring ampas jahe?"
- Murid menggambar di jurnal "Tanaman Ajaib" tentang pengetahuan dan pengalaman bermain hari ini.



Pertemuan ke-5

- Murid berbagi cerita singkat: pengalaman menggunakan alat dan bahan pada pertemuan sebelumnya.
- Pendidik mengingatkan kembali tujuan: hari ini murid akan meramu minuman jahe hangat dan menyehatkan menggunakan kompor portabel/kecil dengan pendampingan agar aman.

- Murid dibagi ke dalam beberapa kelompok kecil. Setiap kelompok menyiapkan bahan yang dibutuhkan, seperti: jahe, gula merah/madu, air, jeruk nipis, atau bahan lainnya.
- Murid memilih cara membuat minuman jahe.
- Pendidik memastikan keselamatan dengan memperbolehkan murid membantu memasukkan bahan dan mengaduk dengan hati-hati.
- Murid mencicipi minuman jahe yang mereka buat.
 - “Bagaimana rasa minuman jahemu?”.
 - “Bahan lain apa yang kamu tambahkan supaya rasanya lebih enak?”.
- Setiap kelompok memberi nama unik pada minumannya (misal: Jahe Super Hangat, Jahe Madu Enak, Jahe Segar Manis).
- Minuman disajikan antarkelompok untuk saling mencoba.
- Murid menggambarkan resep di jurnal Tanaman Ajaib. Murid yang sudah mampu menulis dapat menambahkan angka sederhana untuk menunjukkan takaran (misalnya: 2 iris jahe + 1 sendok gula merah + 1 gelas air). Murid yang masih dalam tahap awal menulis dapat menggambar bahan dengan tanda jumlah sederhana. Sementara itu, murid yang belum menulis dapat menggunakan stiker atau gambar potongan bahan, lalu menempelkannya sesuai urutan.



Pertemuan ke-6

- Pendidik mengajak murid mengingat kembali pengalaman saat membuat dan mencicipi minuman jahe.
- Murid bercerita kembali tentang rasa dan proses saat membuat minuman jahe.
- Pendidik mengajukan pertanyaan pemantik:
 - “Jamu apa lagi yang kalian kenal?”.
 - “Kalau kunyit dibuat menjadi minuman, kira-kira rasanya seperti apa?”.
- Selanjutnya, pendidik menyampaikan bahwa hari ini murid akan mengenal minuman berkhasiat lainnya, yaitu kunyit asam.
- Murid mencicipi minuman kunyit asam.
- Pendidik memandu diskusi:
 - “Apa yang kalian rasakan setelah minum kunyit asam?”.
 - “Menurut kalian, bahan apa saja yang dibutuhkan untuk membuat minuman kunyit asam?”.
- Murid menebak bahan pembuatan kunyit asam dengan menunjuk bahan yang disediakan pendidik. Mereka mengamati bentuk, warna, dan aroma, lalu menyebutkan bahan yang diperlukan seperti kunyit, asam jawa, gula merah, dan air. Jika ada murid

yang menyebut bahan lain sesuai pengalaman di rumah, pendidik menanggapi dengan pertanyaan pemantik untuk menguatkan pemahaman.

- Murid mengeksplorasi alat dan bahan kunyit melalui ragam main yang disediakan. Terdapat tiga pilihan main yang bisa dipilih murid sesuai minatnya:
- Bagaimana Caramu Mengolah Kunyit?
- Murid mencoba berbagai cara: menumbuk, memarut, memotong tipis, menyaring.
- Fokus: mengenal tekstur, warna, dan aroma kunyit.
- Dapatkah Kamu Membuat Takaran untuk Minuman Kunyit?
- Murid membuat takaran dari gelas, botol bekas, sendok, atau cup mainan.
- Fokus: membandingkan ukuran (penuh, setengah, 1 sendok, 2 sendok, dsb).
- Bisakah Kamu Mencampur Kunyit dengan Bahan Lain?
- Murid mencoba mencampur kunyit dengan air, gula, atau asam jawa.
- Fokus: melihat perubahan warna air, rasa, dan aroma.
- Pendidik bisa memantik dengan pertanyaan, "Perubahan apa yang kamu amati ketika kunyit ditambahkan dengan bahan lain?".
- Murid menggambar di jurnal "Tanaman Ajaib" tentang pengetahuan dan pengalaman bermain hari ini.



Pertemuan ke-7

- Murid menceritakan pengalaman ketika mencoba berbagai alat dan bahan untuk membuat minuman kunyit asam.
- Murid membuat minuman kunyit asam dengan caranya sendiri, bereksperimen menggunakan alat, dan takaran yang dipilih.
- Setelah jadi, murid mencicipi hasilnya, menceritakan rasa, serta membandingkan dengan dugaan awal mereka.
- Pendidik mengajukan pertanyaan pemantik:
 - "Bagaimana caramu membuat minuman kunyit asam?".
 - "Berapa banyak air yang kamu gunakan?".
- Murid melakukan refleksi dengan menggambar di jurnal "Tanaman Ajaib" tentang proses bermain hari ini: alat yang digunakan, cara membuat, rasa minuman, dan ide baru jika ingin mencoba kembali.



Pertemuan ke-8

- Pendidik mengajak murid berbagi pengalaman minum jamu di rumah.
 - “Siapa di rumah yang suka minum jamu?”
 - “Rasa jamu seperti apa yang pernah kalian coba?”
- Pendidik memperkenalkan penjual jamu gendong/penggiat herbal.
- Penjual jamu memperlihatkan bahan-bahan alami yang dibawa (kunyit, jahe, temulawak, asam, gula merah, dll.). Ia menceritakan secara sederhana cara membuat jamu serta manfaatnya bagi kesehatan.
- Murid diberi kesempatan untuk bertanya langsung, misalnya:
 - “Jamu itu rasanya apa saja sih?”
 - “Mana jamu yang paling enak untuk kami?”
- Murid meracik jamu dengan didampingi penjual jamu gendong. Cairan dasar menggunakan air kunyit dan air jahe yang sudah dibuat sebelumnya oleh penjual jamu.
- Pendidik memandu eksplorasi rasa dan takaran:
 - “Bagaimana kalau kita bandingkan rasa jamu dengan 1 sendok gula merah cair dan 2 sendok gula merah cair?”
- Pendidik mengajak murid merefleksi:
 - “Apa bedanya membuat minuman jahe dan kunyit asam yang kita coba sebelumnya dengan jamu yang dibuat ibu penjual jamu?”
- Murid menceritakan pengamatan mereka tentang rasa, bahan, dan prosesnya.
- Murid menggambar di jurnal “Tanaman Ajaib” tentang pengetahuan dan pengalaman bermain hari ini.



Pertemuan ke-9

- Murid menceritakan kembali pengalaman membuat minuman jahe dan kunyit asam, serta kunjungan penjual jamu gendong.
 - “Jamu apa yang paling kalian suka?”
 - “Kalau kita ingin membuat jamu untuk orang tua dan mengundang orang tua untuk minum jamu bersama, jamu apa yang cocok ya?”
- Murid bersama pendidik memilih jenis jamu yang akan dibuat untuk disajikan kepada orang tua.
- Murid mendiskusikan bahan yang diperlukan, rasa, dan manfaat jamu tersebut. Di sini penekanan bukan lagi eksplorasi bahan, tapi perencanaan menu untuk orang lain.

- Murid bersama pendidik meracik jamu sesuai bahan yang sudah disiapkan.
- Murid mencicipi jamu buatan mereka, mendiskusikan rasa, dan menyampaikan pendapat.
- Murid bersama pendidik mempersiapkan cara mengundang orang tua dengan membuat kartu undangan bergambar "Ayo Minum Jamu!". Anak membuat kartu sesuai dengan ide dan kreativitas mereka.



Pertemuan ke-10

- Pendidik mengajak murid menyadari perjalanan belajar mereka: "Kita sudah mencoba membuat minuman jahe, kunyit asam, bahkan belajar dari ibu penjual jamu gendong. Besok saatnya kita berbagi cerita dan hasil karya kepada teman-teman dan orang tua".
- Murid melakukan latihan presentasi proses pembuatan jamu serta jurnal "Tanaman Ajaib" di depan teman-teman secara bergiliran
- Pendidik memberi umpan balik dengan bahasa positif untuk meningkatkan kepercayaan diri murid.
- Murid bersama pendidik mendiskusikan ide dekorasi agar ruang kelas terlihat indah untuk kegiatan Presentasi Karya.
- Murid bekerja sama dalam kelompok kecil untuk menghias ruang kelas (misalnya memasang gambar tanaman obat, hasil karya, atau membuat pajangan dari bahan bekas).



Pertemuan ke-11

- Pendidik menyambut orang tua dan murid serta menjelaskan tujuan kegiatan.
- Murid menceritakan proses pembuatan jamu .
- Murid menunjukkan jurnal "Tanaman Ajaib" dan menjelaskan isi ceritanya.
- Orang tua bersama murid dan pendidik mencicipi bersama minuman berkhasiat yang dibuat.
- Pendidik mengajak murid dan orang tua berbagi kesan: "Apa yang paling kalian sukai dari kegiatan hari ini?".
- Pendidik menutup kegiatan dengan memberikan apresiasi.



Pertemuan ke-12

- Pendidik mengajukan pertanyaan, "Kegiatan apa yang kamu paling suka dan mana yang tidak kamu sukai?".
- Murid menempelkan stiker pada gambar kegiatan yang paling disukai dan menceritakan alasannya dengan bahasa sederhana. Pendidik mengajak murid mengamati bersama hasil tempelan stiker di papan atau kertas besar. Pendidik memandu dengan pertanyaan pemantik, misalnya:
 - › "Coba kita lihat, kegiatan mana yang stikernya paling banyak?"
 - › "Apakah ada kegiatan yang hanya sedikit dipilih teman-teman?"
 - › "Mengapa menurutmu banyak teman menyukai kegiatan itu?"
- Selanjutnya, pendidik mengajukan pertanyaan reflektif yang mengarahkan ke kesadaran diri anak, misalnya, "Setelah belajar tentang tanaman obat, apa yang akan kamu lakukan di rumah atau di sekolah?".
- Pendidik memberikan penguatan diantaranya dengan menyimpulkan bahwa setiap anak bisa memilih cara berbeda untuk mempraktikkan pengetahuan tentang tanaman obat di kehidupan sehari-hari.

6. ASESMEN

Asesmen awal:

Dilakukan melalui pertanyaan pemantik, bermain mengurutkan tanaman obat, dan bermain "Aman atau Tidak".

Asesmen proses:

Dilakukan dengan observasi saat anak bereksplorasi, disertai pemberian umpan balik secara langsung.

Asesmen akhir:

Dilakukan dengan teknik observasi menggunakan instrumen ceklis.

Lembar Observasi

Nama anak :

Kelompok :

Tanggal :

Tujuan Pembelajaran	Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran	Muncul/ Tidak Muncul	Hasil Pengamatan
Murid dapat menerapkan cara menjaga kesehatan diri	Murid dapat mempraktikkan cara sederhana menjaga kesehatan diri.		
	Murid dapat memilih salah satu minuman sehat dan menjelaskan alasannya.		
	Murid menjaga kebersihan area kerjanya dan alat yang digunakan (mengelap, merapikan, membuang sampah)		
Murid mengontrol dan mengoordinasikan gerakan motorik halus	Murid memegang dan menggunakan alat dengan posisi dan cara yang tepat.		
	Murid dapat mengarahkan tangan sesuai penglihatan, misalnya saat memarut atau menuang air ke wadah.		
Murid menggunakan bilangan untuk menyatakan ukuran atribut benda dengan satuan tidak baku	Murid dapat menyebutkan jumlah objek berdasarkan ukuran tidak baku (misalnya sendok, jari, gelas).		

Tujuan Pembelajaran	Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran	Muncul/ Tidak Muncul	Hasil Pengamatan
	Murid dapat menjelaskan perbedaan jumlah benda dengan kalimat sederhana (lebih banyak/lebih sedikit/lebih panjang/lebih pendek).		
Murid mengambil keputusan untuk menyelesaikan masalah sederhana terkait peristiwa	Murid dapat memilih salah satu cara atau alat yang sesuai untuk menyelesaikan masalah ketika melakukan kegiatan.		
	Murid dapat mengidentifikasi masalah dan memutuskan satu solusi dengan alasan sederhana.		
Murid menggunakan teknologi sederhana secara aman dan bertanggung jawab.	Murid dapat mengikuti aturan keselamatan saat menggunakan alat tersebut.		
	Murid dapat menyimpan kembali alat setelah digunakan dan melaporkan alat rusak kepada pendidik.		
Murid menggunakan alat dan bahan di sekitarnya untuk memecahkan masalah sederhana.	Murid membuat purwarupa sederhana, menguji dengan kriteria minimal (misalnya, saat menyaring).		
	Murid dapat menemukan cara sederhana mengatasi hambatan (misalnya mencari alat pengganti jika alat asli tidak tersedia).		



Contoh Perencanaan Pembelajaran SD

Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi

Misi menyelamatkan tumbuhan untuk keberlangsungan ekosistem yang lebih baik di masa depan.

1. IDENTITAS

Mata Pelajaran : IPAS dan Matematika

Fase/Kelas : C/V (Lima)

Alokasi Waktu : 28 JP (7 Pertemuan)

2. IDENTIFIKASI

Dimensi Profil : • Penalaran kritis

Lulusan

- Kolaborasi
- Kemandirian
- Komunikasi

3. DESAIN PEMBELAJARAN

Topik : Perubahan Iklim

Konten Masalah : Indonesia yang beriklim tropis kini mulai merasakan dampak nyata perubahan iklim global dengan mundurnya musim hujan hingga 20-30 hari di 63,8% wilayah (BMKG, 2023) serta kenaikan suhu rata-rata 0,8 °C pada 2024, dengan tren peningkatan 1,02 °C dalam 44 tahun terakhir (BMKG, 2024). Kenaikan suhu ini mempercepat penguapan, menyebabkan tanah cepat kering, dan tanaman lebih mudah layu bahkan mati. Padahal, tanaman sangat penting sebagai sumber pangan, penghasil oksigen, dan penjaga keseimbangan ekosistem, sehingga ancaman terhadap tanaman berarti ancaman langsung bagi ketahanan pangan dan kualitas hidup manusia.

Melalui proyek **"Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi"** murid kelas 5 diajak untuk memahami bagaimana perubahan iklim berdampak pada tanaman dan lingkungan. Mereka akan belajar menganalisis hubungan antara komponen biotik (tanaman, hewan, manusia) dan abiotik (suhu, kelembaban dan cahaya) dalam suatu ekosistem dengan memanfaatkan rumah kaca (greenhouse) di daerah tropis untuk mengontrol suhu, kelembaban udara dan cahaya matahari guna melindungi tanaman dari intensitas hujan yang berlebih maupun intensitas cahaya matahari yang terlalu banyak. Murid juga dilatih untuk menyajikan dan menganalisis data cuaca dan suhu dalam bentuk tabel, piktogram, dan diagram batang, sebagai bagian dari keterampilan matematika dasar sebagai langkah membangun kesadaran bahwa sebagai murid, mereka bisa berkontribusi dalam menjaga bumi dan menghadapi tantangan perubahan iklim.

Kriteria :

Kriteria	Kondisi
Rumah kaca (<i>greenhouse</i>) berdiri kokoh.	Tidak roboh saat diuji di depan kipas angin meja dengan kecepatan sedang berjarak 20 cm selama 30 detik.
Dinding dan atap tertutup rapat.	Tidak ada celah antar sambungan <i>greenhouse</i> dilihat dari berbagai sisi.
Terdapat pintu atau ventilasi udara.	Pintu atau ventilasi berukuran 10 cm x 10 cm.

Kriteria	Kondisi
Terdapat pintu atau ventilasi udara.	Pintu atau ventilasi berukuran 10 cm x 10 cm.
Cahaya matahari dapat masuk.	Tulisan pada kertas dapat terbaca saat bagian luar rumah kaca (<i>greenhouse</i>) disenter atau diletakkan pada tempat yang terkena cahaya matahari langsung dengan jarak 5-20 cm dari luar <i>greenhouse</i> .
	
Suhu dan kelembaban di dalam mini rumah kaca (<i>greenhouse</i>).	Sesuai atau mendekati suhu ideal jenis tanaman lokal yang telah disepakati.

- Batasan** :
1. Ukuran maksimal rumah kaca (*greenhouse*): 30 cm x 30 cm x 40 cm
 2. Menggunakan bahan yang mudah ditemui di lingkungan sekitar.
 - Rangka dapat menggunakan bahan bambu/sumpit/*stick* kayu.
 - Atap dan dinding dapat menggunakan bahan plastik bening/plastik mika.
 - Perekat dapat menggunakan kawat/tali/lem.

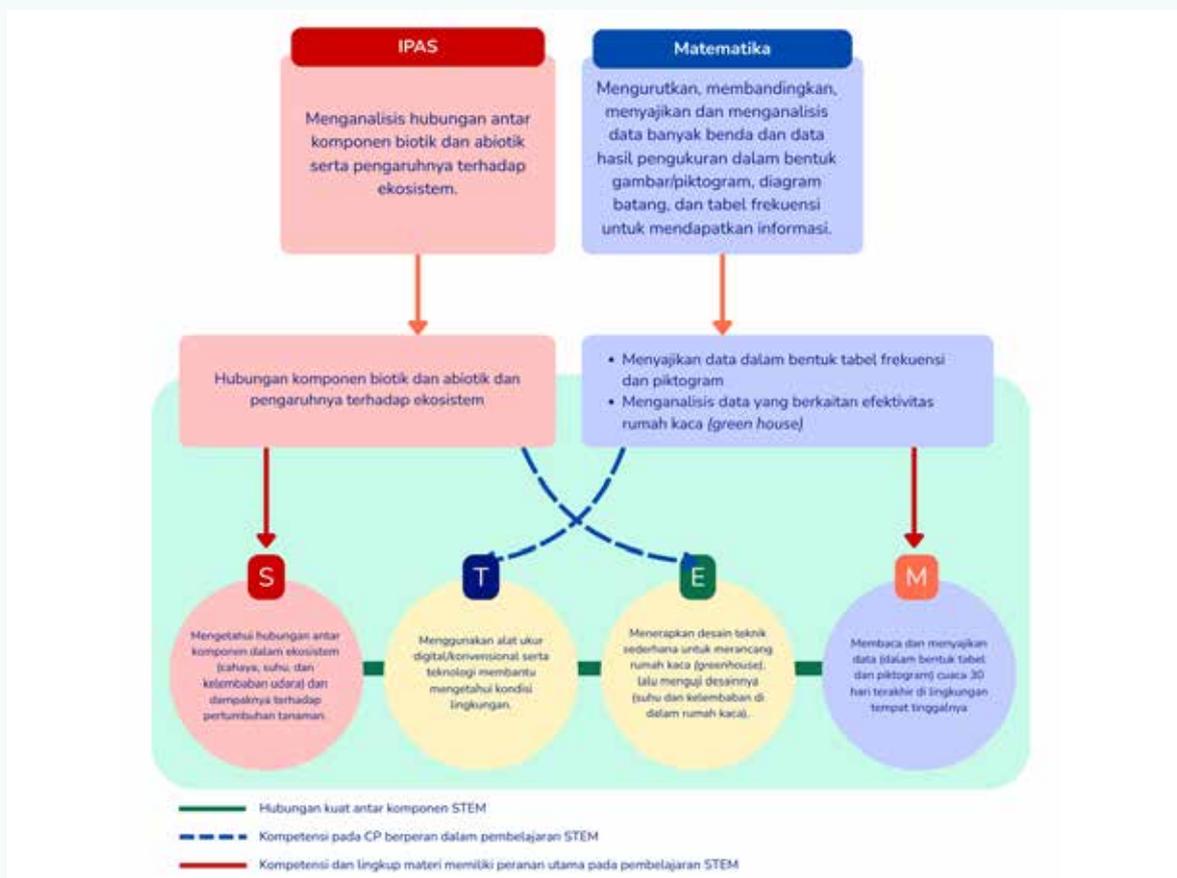
4. TUJUAN PEMBELAJARAN

Kompetensi Prasyarat:

- Mengetahui jenis cuaca dan pengaruhnya bagi makhluk hidup.
- Menjelaskan proses fotosintesis serta peran tumbuhan bagi ekosistem.
- Mampu mencatat, membaca dan menyajikan hasil pengamatan atau pengukuran dalam bentuk tabel sederhana.

IPAS	Matematika
Menganalisis hubungan antarkomponen biotik dan abiotik serta pengaruhnya terhadap ekosistem.	Mengurutkan, membandingkan, menyajikan, dan menganalisis data banyak benda dan data hasil pengukuran dalam bentuk gambar/piktogram, diagram batang, dan tabel frekuensi untuk mendapatkan informasi.

Integrasi Komponen STEM dalam Pembelajaran



Deskripsi Integrasi STEM

Sains	<p>Gambaran Kegiatan: Murid mengamati, mencatat, dan mengidentifikasi komponen abiotik (suhu, cahaya, kelembaban) dan komponen biotik (tanaman, hewan, manusia) di lingkungan sekitar.</p> <p>Tujuan Kegiatan: Mengetahui hubungan antarkomponen dalam ekosistem (cahaya, suhu, dan kelembaban udara) dan dampaknya terhadap pertumbuhan tanaman.</p>
Teknologi	<p>Gambaran Kegiatan: Murid menggunakan termometer, higrometer dan aplikasi cuaca digital (seperti BMKG atau <i>Weather App</i>) untuk mencatat data suhu dan kelembaban di dalam dan di luar mini greenhouse.</p> <p>Tujuan Kegiatan: Menggunakan alat ukur digital/konvensional serta teknologi membantu mengetahui kondisi lingkungan.</p>
Enjineering	<p>Gambaran Kegiatan: Setelah memahami masalah dari sisi sains dan teknologi, murid merancang dan membuat purwarupa <i>mini greenhouse</i> dengan mempertimbangkan bentuk kubah, rangka, material, serta struktur ventilasi menggunakan berbagai bahan seperti: kayu, bambu, plastik, dan plastik mika.</p> <p>Tujuan Kegiatan: Menerapkan desain teknik sederhana untuk solusi lingkungan nyata. Murid menguji desainnya dan mencatat hasil uji coba (suhu/kelembaban di dalam rumah kaca (<i>greenhouse</i>)).</p>
Matematika	<p>Gambaran Kegiatan:</p> <ul style="list-style-type: none">• Membaca dan menyajikan data (dalam bentuk tabel dan piktogram) cuaca 30 hari terakhir di lingkungan tempat tinggalnya (rujukan: dari website weather.com).• Murid mencatat data suhu dan kelembaban dari dalam dan luar <i>greenhouse</i>, kemudian menyajikannya dalam bentuk tabel frekuensi dan diagram batang. Mereka kemudian menganalisis perbedaan suhu dan menarik kesimpulan tentang efektivitas rumah kaca (<i>greenhouse</i>). <p>Tujuan Kegiatan: Melatih kemampuan membaca, menyajikan, dan menarik kesimpulan dari data lingkungan.</p>

5. DESAIN PEMBELAJARAN

Praktik Pedagogis

Model STEM (Bybee)

- *Engagement*
- *Explanation*
- *Evaluation*
- *Exploration*
- *Elaboration*

Kemitraan

Orang tua murid:

- Membantu penyediaan alat dan bahan yang dibutuhkan murid untuk membuat mini *greenhouse*.

Praktisi (petani lokal, penggiat urban farming, komunitas lingkungan):

- Menjadi narasumber melalui kunjungan kelas/*video call*/rekaman singkat yang membahas praktik *greenhouse* atau ketahanan pangan.
- Mengisi sesi tanya jawab dengan murid mengenai masalah nyata mengenai tanaman/*greenhouse* di lapangan.

Lingkungan Pembelajaran

Melalui pembelajaran ini, mendorong murid untuk mampu merancang ide bercocok tanam yang efektif dengan isu perubahan komponen abiotik yang ada. Kegiatan kolaboratif dan analitis berbasis data untuk mengembangkan ide rumah kaca (*greenhouse*) di lingkungan sekolah dengan pembelajaran di dalam kelas maupun memanfaatkan lingkungan sekolah.

Pemanfaatan Digital

Video fenomena anomali cuaca dan perubahan iklim

- Anomali Cuaca: Banjir di Musim Kemarau, Apa Sebabnya?
<https://youtu.be/9EeP46oku9E?si=UnQ7gpzF6ml45qxd>
- Yuk Ketahui Pentingnya Perubahan Iklim!
<https://youtu.be/kyqy6XiqWx4?si=Wjsy-eQHT-Qw00uW>

Video rujukan pembuatan *greenhouse*

- *greenhouse working model 3d | science project | diy | howtofunda | agriculture farming model*
<https://youtu.be/0t9O-WMH8fl?si=bxbBq56mLmqA6qxF>
- Aplikasi/laman cuaca pemantau cuaca : weather.com, accuweather.com, www.bmkg.go.id
- Pengukur suhu : pengukur suhu digital/termometer udara dan higrometer.

6. LANGKAH PEMBELAJARAN

Alur Pembelajaran

Engagement	Pertemuan 1 Makhluk Hidup dan Benda Tak Hidup di Sekitarku
Exploration	Pertemuan 2 Apa yang Dibutuhkan Tanaman untuk Bertahan Hidup?
	Pertemuan 3 Teknologi dan Data Lingkungan
Explanation	Pertemuan 4 Desain Solusi Mini <i>Greenhouse</i>
Elaboration	Pertemuan 5 Uji Efektivitas Mini <i>Greenhouse</i>
Evaluation	Pertemuan 6 Menyajikan Data dan Refleksi Proyek
	Pertemuan 7 Presentasi dan Laporan Aksi Hijau

A cartoon illustration of a young man with dark hair, wearing a purple short-sleeved shirt and blue pants. He is pointing upwards with his right hand, and a lightbulb is shown inside a thought bubble above his head, indicating an idea or inspiration.

**Pindai
Kode Respons
Cepat berikut**

Akses lampiran pembelajaran setiap pertemuan:

Lampiran Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi

<https://drive.google.com/drive/folders/1Uag-wNN5LUlojVxjNtJGmbrQ0BUnFudKe>





Pertemuan ke-1

“Makhluk Hidup dan Benda Tak Hidup di Sekitarku”

Pengalaman Belajar : **Memahami**

Prinsip Pembelajaran : **Berkesadaran Bermakna Menggembirakan**

1. Pendidik menampilkan gambar kondisi tanaman yang sudah kering dan layu. (dapat ditampilkan melalui proyektor ataupun dicetak kemudian ditempelkan pada papan tulis). [△](#)

**Pindai
Kode Respons
Cepat berikut**

Referensi Gambar Tanaman

<https://drive.google.com/file/d/1IED-6zeE0ujii3yjtP0u3l0rZR1nG9NDP/view>

2. Pendidik mengajukan pertanyaan pemantik diskusi awal mengenai gambar yang ditampilkan:

Pertanyaan	Alternatif Jawaban
Perhatikan kondisi tanaman dan tanah pada kedua gambar tersebut, apa perbedaannya?	<p>Gambar A menunjukkan tanaman kering dengan kondisi tanah yang kering.</p> <p>Sedangkan gambar B menunjukkan tanaman layu dengan kondisi tanah basah.</p>
Mengapa tanaman itu layu?	<p>Gambar A Tanaman layu karena kekurangan air.</p> <p>Gambar B Tanaman mati karena terlalu banyak air. Kedua hal ini disebabkan karena faktor kandungan air yang kurang sesuai dengan kebutuhan tanaman.</p>

Pertanyaan	Alternatif Jawaban
Apa yang bisa kita lakukan agar tanaman tetap dapat bertahan saat cuaca panas?	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan tanaman mendapat air yang cukup. • Memindahkan tanaman ke tempat yang lebih teduh. • Memberikan perlindungan dari terik matahari.
Apa yang mungkin terjadi jika tanaman diberi terlalu banyak air?	Tanaman mati karena akar tanaman menjadi busuk.

3. Pendidik mengajak murid menyimak video mengenai fenomena anomali cuaca. [Anomali Cuaca: Banjir di Musim Kemarau, Apa Sebabnya?](#)
Catatan: Pendidik cukup menampilkan video hingga menit ke 01.09 untuk menyajikan permasalahan nyata mengenai fenomena Anomali Cuaca.
4. Pendidik mengajukan pertanyaan terkait video yang sudah disimak murid.
 - "Apakah kalian pernah melihat atau merasakan kondisi seperti yang ada pada video?"
 - "Apa dampak fenomena tersebut terhadap tumbuhan?"
5. Pendidik memberikan kesempatan bagi murid untuk menyampaikan pendapatnya mengenai penyebab fenomena anomali cuaca.
"Ayo kita cari tahu lebih banyak dengan menyimak video penjelasan berikut!"
6. Murid menyimak video dengan topik perubahan iklim: [Yuk Ketahui Pentingnya Perubahan Iklim!](#)
7. Pendidik membuka diskusi dengan memberikan pertanyaan mengenai video yang sudah disimak, seperti:
 - "Apakah saat ini kalian sudah merasakan atau mengalami ciri-ciri perubahan iklim yang ditampilkan pada video? Perubahan apa yang kalian rasakan?"
 - "Jadi, apa saja penyebab perubahan iklim?"
8. Pendidik menekankan jawaban murid pada bagian meningkatnya gas karbon dioksida serta semakin berkurangnya tumbuhan.
9. Pendidik menyampaikan tujuan pembelajaran serta kriteria keberhasilan pembelajaran yang dikaitkan dengan hasil diskusi bersama mengenai perubahan iklim.
"Pada kegiatan pembelajaran ini anak-anak akan berperan sebagai Agen Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi. Anak-anak akan menyelesaikan tujuh misi sebagai bentuk kepedulian dan usaha menjaga bumi. Hari ini kita akan mulai dengan Misi Pertama, yaitu mengamati makhluk

hidup dan benda tak hidup yang ada di sekitar lingkungan sekolah. Misi pertama dikatakan berhasil apabila anak-anak dapat membedakan apa saja yang termasuk makhluk hidup dan benda tak hidup serta menjelaskan apa yang akan terjadi apabila tidak ada benda tak hidup dalam lingkungan kita”.

10. Murid membentuk kelompok dengan anggota 3-4 orang untuk melakukan observasi di lingkungan sekitar sekolah.

[Lembar Pengamatan Makhluk Hidup dan Benda Tak Hidup](#)

11. Kelompok murid menyampaikan hasil observasi, kemudian diberikan apresiasi dan **konfirmasi oleh pendidik mengenai komponen biotik dan abiotik** yang ada di lingkungan sekitar.

12. Pendidik menampilkan 2 gambar yang berkaitan dengan kondisi lingkungan kondisinya berbeda (dapat ditampilkan melalui proyektor ataupun dicetak dan dibagikan pada masing-masing kelompok). [Referensi Gambar Lingkungan.pdf](#)

13. Murid diminta memberikan pendapatnya mengenai perbedaan kondisi lingkungan yang mereka lihat pada gambar tersebut.

14. Murid diberikan lembar “Misi Pertama Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi” yang merupakan lembar asesmen formatif untuk mengetahui pemahaman murid dalam mengidentifikasi unsur biotik dan abiotik.

[Misi Pertama Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi.pdf](#)

15. Pendidik membahas hasil lembar “Misi Pertama Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi” secara klasikal dan memberikan penguatan.

[Rubrik Penilaian Formatif IPAS \(Pertemuan 1\)-Misi Pertama Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi](#)

16. Murid merefleksikan kegiatan belajarnya dengan mengisi Lembar Refleksi Aksi Hijau yang berisi pertanyaan:

“Bagaimana perasaanmu setelah mengikuti kegiatan pembelajaran hari ini?”

“Bagian mana yang paling kamu kuasai pada pembelajaran ini?”

“Bagian mana yang belum atau masih sulit kamu pahami?”

“Apa yang akan kamu lakukan untuk mengatasi kesulitan tersebut?”

[Lembar Refleksi Aksi Hijau.pdf](#)

17. Pendidik menyampaikan kegiatan yang akan dilaksanakan pada pertemuan berikutnya yaitu mencari tahu hubungan antarkomponen biotik dan abiotik di lingkungan sekitar murid melalui Misi kedua Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi.



“Apa yang Dibutuhkan Tanaman untuk Bertahan Hidup?”

Pengalaman Belajar : **Memahami**

Prinsip Pembelajaran : **Berkesadaran Bermakna**

1. Pendidik menampilkan sebuah gambar melalui proyektor ataupun dicetak kemudian ditempelkan pada papan tulis.

Referensi Gambar Lingkungan.pdf



2. Pendidik mengajukan pertanyaan pemantik untuk memperkuat pemahaman murid mengenai komponen biotik dan abiotik melalui gambar yang ditampilkan:

Pertanyaan	Alternatif Jawaban
Apa saja yang termasuk komponen biotik pada gambar tersebut?	<ul style="list-style-type: none">• Manusia: anak laki-laki• Hewan: burung dan kupu-kupu• Tumbuhan: pohon, rumput dan semak-semak.

Pertanyaan	Alternatif Jawaban
Apa saja yang termasuk komponen abiotik pada gambar tersebut?"	<ul style="list-style-type: none"> • Matahari • Udara • Tanah, dsb. • Batu • Air
Apa yang akan terjadi apabila tidak ada tumbuhan?	<ul style="list-style-type: none"> • Manusia dan hewan akan kekurangan oksigen. • Hilangnya sumber makanan. • Terjadinya kekeringan, dsb.

3. Pendidik menyampaikan tujuan pembelajaran serta kriteria keberhasilan pembelajaran yang dikaitkan dengan hasil tanya jawab.

"Hari ini anak-anak akan melanjutkan Misi Kedua Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi. Kegiatan kita hari ini adalah menentukan komponen abiotik yang dibutuhkan oleh tumbuhan agar dapat bertahan hidup dan tumbuh dengan baik. Misi ini dikatakan berhasil apabila anak-anak dapat:

- Menyebutkan komponen abiotik yang dibutuhkan tumbuhan beserta perannya.
- Menjelaskan dampak dari kekurangan dan kelebihan sinar matahari bagi tumbuhan"

- Pendidik membagi papan tulis menjadi 3 bagian. Setiap bagian ditulis dengan pertanyaan:
 1. "Apa fungsi tumbuhan bagi manusia dan hewan?"
 2. "Bagaimana tumbuhan bisa menghasilkan oksigen?"
 3. "Apa yang diperlukan tumbuhan untuk melakukan proses fotosintesis?"
- Murid menyiapkan selembar kertas yang dipotong menjadi 4 bagian kecil, kemudian menuliskan jawabannya pada masing-masing potongan kertas (alternatif: menggunakan *sticky notes* yang disiapkan oleh pendidik).
- Murid menempelkan jawaban dari setiap pertanyaan di papan tulis.



4. Murid dan pendidik membahas hasil jawaban pada setiap pertanyaan yang telah ditempel oleh semua murid pada papan tulis. Pendidik memberikan konfirmasi dan penguatan terkait pentingnya tumbuhan bagi kehidupan hewan dan manusia sehingga perlu adanya upaya untuk menjaga kelestarian tumbuhan di lingkungan sekitar.
5. Murid mengisi lembar "Misi Kedua Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi".
[Misi Kedua Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi.pdf](#)
6. Beberapa murid mempresentasikan hasil kerjanya, pendidik memberikan kesempatan pada murid lain untuk menyampaikan pendapat jika memiliki jawaban berbeda.
7. Pendidik memberikan apresiasi, penguatan dan menginformasikan rencana tindak lanjut dari hasil kerja "Misi Kedua Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi" yang telah diselesaikan murid.
[Rubrik Penilaian Formatif IPAS \(Pertemuan 2\)-Misi Pertama Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi](#)
8. Murid melanjutkan kegiatan sesuai rencana tindak lanjut yang diinformasikan oleh pendidik.
9. Murid mengisi refleksi pengalaman belajarnya pada Lembar Refleksi Aksi Hijau.
[Lembar Refleksi Aksi Hijau.pdf](#)
10. Murid diberikan **tugas rumah mencari tahu musim apa yang harusnya terjadi saat ini** (hujan atau kemarau) dengan mencantumkan sumbernya.
11. Pendidik menyampaikan kegiatan yang akan dilaksanakan pada pertemuan berikutnya yaitu mengolah data cuaca dan suhu udara yang merupakan Misi Ketiga Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi.



Pertemuan ke-3

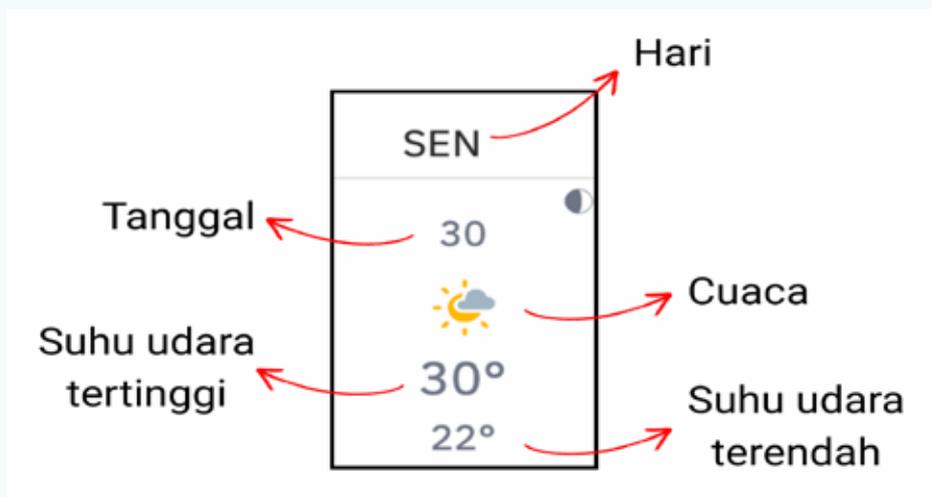
"Teknologi dan Data Lingkungan"

Pengalaman Belajar : **Memahami**

Prinsip Pembelajaran : **Berkesadaran Bermakna Menggembirakan**

1. Pendidik menampilkan prakiraan cuaca, suhu udara dan kelembaban di daerah sekolah selama 30 hari sebelumnya melalui website Weather.com
[Panduan Akses Website Prakiraan Cuaca](#)
Catatan: Jika akses internet terbatas, sediakan cetakan data cuaca dari website sebagai alternatif.

2. Pendidik menjelaskan arti setiap bagian dan simbol dari data prakiraan cuaca 30 hari terakhir yang ditampilkan.



3. Pendidik memberikan pertanyaan pemantik, kemudian jawaban murid dikaitkan dengan penyampaian tujuan pembelajaran.

"Ini adalah kondisi cuaca 30 hari sebelumnya di daerah kita. Apa kondisi cuaca yang paling sering terjadi?"

"Apakah data cuaca yang ditampilkan ini sesuai dengan kondisi yang kalian rasakan sebulan belakangan ini?"

"Hari ini kalian akan melanjutkan Misi Ketiga Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi, kalian akan bertugas sebagai peneliti yang akan mengolah dan menyajikan data. Peneliti dikatakan sukses menyelesaikan tugasnya apabila:

- Dapat membuat diagram gambar/piktogram suhu udara selama 30 hari di daerah sekolah.
- Bisa menjelaskan hubungan antara pengaruh cuaca dengan kondisi tanaman.

- › Pendidik menyiapkan kartu cuaca sesuai kebutuhan aktual di kelas. [Referensi Kartu Cuaca.pdf](#)
- › Murid diberikan kesempatan memilih kartu cuaca yang tertutup secara acak untuk penentuan kelompok (jumlah simbol kartu yang digunakan dapat disesuaikan dengan jumlah anggota kelompok yang ingin dibentuk).
- › Murid diminta berkumpul sesuai dengan kartu yang didapat.
- › Masing-masing kelompok diminta menuliskan prediksi pengaruh cuaca dari kartu yang didapat pada tanaman di bagian belakang kartu menggunakan kalimat sebab-akibat, contoh:
 1. "Jika cuaca cerah, maka tanaman akan akan tumbuh subur karena mendapat sinar matahari yang cukup".
 2. "Jika hujan terus-menerus, maka tanaman akan membusuk" dsb.

3. Murid diberikan lembar "Misi Ketiga Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi" yang diisi sesuai data kondisi cuaca 30 hari sebelumnya di daerah tempat tinggalnya.
[Misi Ketiga Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi.pdf](#)
4. Salah satu perwakilan kelompok mempresentasikan hasil penyajian datanya, pendidik memberikan kesempatan pada kelompok lain untuk menanggapi/menyampaikan jika memiliki hasil yang berbeda.
[Rubrik Penilaian Formatif MTK \(Pertemuan 3\)-Misi Ketiga Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi](#)
5. Pendidik mengajukan pertanyaan untuk menarik kesimpulan bersama:
 - "Cuaca apa yang paling sering terjadi selama 30 hari terakhir di daerah kita?"
 - "Berapa rentang suhu yang paling sering muncul berdasarkan piktogram yang kalian buat?"
 - "Bagaimana pengaruh cuaca tersebut terhadap kondisi tanaman di lingkungan sekolah?"
6. Pendidik memberikan apresiasi kemudian meminta murid melihat hasil pekerjaan rumah yang diberikan pada pertemuan sebelumnya.
 - "Apakah kondisi cuaca selama 30 hari sebelumnya sesuai dengan perkiraan musim saat ini?" (murid mencocokkan hasil penyajian data cuaca dengan pekerjaan rumah mengenai musim pada pertemuan sebelumnya).
 - "Apa yang perlu dilakukan untuk merawat tanaman dengan kondisi cuaca/musim saat ini?"
7. Murid mencari informasi dari berbagai sumber (buku, internet ataupun bertanya langsung kepada orang dewasa yang ada di sekolah) mengenai alternatif solusi yang dapat dilakukan untuk merawat tanaman dengan kondisi musim saat ini, kemudian menuliskannya pada selebar potongan kertas/*sticky notes*.
8. Murid menyampaikan beberapa alternatif solusi yang ditemukan dalam diskusi kelas bersama pendidik.
9. Pendidik memberikan apresiasi pada solusi yang disampaikan murid kemudian mengaitkannya dengan dampak perubahan iklim pada tumbuhan dan perlunya menjaga tumbuhan salah satunya dengan memanfaatkan *greenhouse*.
10. Murid mengisi lembar Tiket Keluar yang berisi refleksi pembelajaran dan asesmen formatif mata pelajaran IPAS.
[Lembar Tiket Keluar.pdf Rubrik Asesmen Formatif IPAS Pertemuan 3.docx](#)
11. Pendidik menyampaikan kegiatan yang akan dilaksanakan pada pertemuan berikutnya yaitu merancang *mini greenhouse* yang merupakan Misi Keempat Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi.



Pertemuan ke-4

“Desain Solusi Mini *Greenhouse*”

Pengalaman Belajar : **Mengaplikasi**

Prinsip Pembelajaran : **Berkesadaran Bermakna Menggembirakan**

1. Murid menyimak video mengenai fungsi *greenhouse* pada daerah beriklim tropis. [Terungkap!! Inilah Fungsi Greenhouse Yang Sebenarnya! | TGIF TV](#)
2. Pendidik memberikan pertanyaan pemantik diskusi dari video yang ditampilkan.
 - “Indonesia termasuk daerah beriklim subtropis atau tropis? Mengapa?”
 - “Berdasarkan data cuaca yang sudah kalian sajikan pada pertemuan sebelumnya serta video yang sudah kalian simak. Apa fungsi rumah kaca (*greenhouse*) yang paling sesuai dengan kondisi di daerah sekolah kita saat ini?”
3. Jawaban murid dikaitkan dengan penyampaian kegiatan pembelajaran:

*“Anak-anak sudah mengetahui fungsi rumah kaca (*greenhouse*) yang sesuai dengan kondisi daerah sekolah kita saat ini. Sebelum membuat mini green house yang sesuai dengan kondisi daerah sekolah, kita perlu mencari tahu jenis tanaman lokal apa yang paling cocok ditanam dalam rumah kaca (*green house*)”.*

“Menentukan jenis tanaman yang sesuai akan memudahkan kalian mengetahui kondisi komponen abiotik yang mendukung pertumbuhan tanaman tersebut”.
4. Murid membentuk kelompok kecil 3-4 orang dengan teknik:

- Pendidik menyiapkan kartu mini *greenhouse*, jumlahnya disesuaikan dengan kebutuhan aktual di kelas.
[Kartu Desain Mini Greenhouse .pdf](#)
- Murid diberikan kesempatan memilih kartu yang tertutup secara acak untuk penentuan kelompok.
- Murid diminta berkumpul sesuai dengan kartu yang didapat. Kartu ini akan menjadi desain awal proyek mini *greenhouse* yang akan dibuat oleh murid.
- Pendidik menyiapkan lembar informasi 2-3 pilihan jenis tanaman lokal yang paling cocok ditanam sesuai dengan kondisi unsur abiotik di lingkungan sekolah.

- Murid mendiskusikan kemudian menentukan satu jenis tanaman lokal yang paling cocok ditanam sesuai data kondisi cuaca/musim yang telah disajikan.

Meliputi:

- ➔ Jenis tanaman :
- ➔ Suhu ideal :
- ➔ Kelembaban ideal :

5. Masing-masing kelompok secara bergiliran menyampaikan hasil diskusinya dengan memilih satu jenis tanaman lokal yang paling cocok sesuai kondisi komponen biotik yang ada di sekolah.
6. Murid menyepakati bersama satu jenis tanaman yang akan digunakan dalam proyek *mini greenhouse*.
7. Murid menyimak video komponen *greenhouse* sederhana untuk mengetahui apa saja yang diperlukan dalam pembuatan *green house* serta fungsi dari setiap bagian penyusunnya.
[Komponen Green House Sederhana Ala Easy Grow](#)
8. Murid diberikan Lembar "Misi Keempat Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi" sebagai panduan dalam membuat rancangan *mini greenhouse* sesuai bentuk yang didapatkan oleh kelompoknya.
[Misi Keempat Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi.pdf](#)
9. Pendidik menjelaskan cara pengisian pada setiap bagian lembar "Misi Keempat Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi" .
10. Murid mengerjakan Misi Keempat Aksi Hijau dengan waktu yang disepakati bersama.
11. Murid menempelkan/memajang hasil desainnya pada sudut yang ditentukan, seluruh kelompok berkeliling dan saling memberi tanggapan/masukan pada desain *mini greenhouse* kelompok lainnya (pendidik dapat menyediakan notes tempel atau selembar kertas untuk menulis tanggapan/saran).
12. Murid melihat kembali gambar desain dan membaca saran/masukan dari kelompok lain.
13. Murid berdiskusi, merevisi atau menyempurnakan rancangan *mini greenhouse*.
14. Pendidik menjelaskan bahwa pertemuan selanjutnya akan dilanjutkan dengan Misi Kelima yaitu membuat *mini greenhouse* dan menginformasikan agar murid membawa alat dan bahan sesuai dengan yang telah dituliskan pada rancangan.



Pertemuan ke-5

“Uji Efektivitas Mini *Greenhouse*”

Pengalaman Belajar : **Mengaplikasi**

Prinsip Pembelajaran : **Berkesadaran Bermakna Menggembirakan**

1. Pendidik membuka pembelajaran dengan pertanyaan reflektif:
 - “Berapa suhu dan kelembaban ideal dari tanaman yang sudah kalian pilih kemarin?”
 - “Apakah kalian yakin *mini greenhouse* kalian akan menghasilkan suhu dan kelembaban yang sesuai?”
2. Pendidik menjelaskan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan:

“Hari ini kita membuat *mini greenhouse* sesuai rancangan yang telah kelompok kalian siapkan pada pertemuan sebelumnya, kalian juga akan menguji apakah suhu dan kelembaban di dalam dan di luar *greenhouse* buatan kalian cocok untuk tanaman yang kalian pilih dengan melakukan pengukuran dan membandingkannya dengan kebutuhan tanaman.”
3. Sebelum mulai membuat *mini greenhouse*, murid menuliskan hipotesis suhu dan kelembaban di dalam *greenhouse* sebelum uji coba kemudian mencatat kebutuhan suhu dan kelembaban tanaman yang dipilih pada lembar “Hipotesis Aksi Hijau”. [Lembar Hipotesis Aksi Hijau.pdf](#)
4. Kelompok murid membuat *mini greenhouse* sesuai sketsa yang telah dibuat.
5. Murid melakukan uji coba mandiri keberhasilan *mini greenhouse* yang dibuat kelompoknya apakah sesuai dengan kriteria yang sudah ditetapkan.

Sebelum melakukan uji coba, pendidik perlu:

- › Memberi penjelasan cara penggunaan termometer dan higrometer.
- › Pastikan murid memahami tiap item pada lembar ceklis, bisa ditambahkan sesi latihan observasi bersama sebelum uji coba mandiri bersama kelompok masing-masing.

[Lembar Ceklis Keberhasilan Mini Greenhouse](#)

6. Murid menentukan tindak lanjut dari catatan hasil uji coba yang dilakukan terhadap *mini greenhouse* masing-masing.

7. Murid mengajukan solusi untuk revisi mini greenhouse jika terdapat bagian yang belum berhasil pada saat uji coba.

Murid melakukan pengukuran suhu dan kelembaban di dalam dan di luar mini greenhouse sesuai waktu yang telah ditentukan kemudian membandingkan hasil pengukuran suhu dan kelembaban dengan Lembar Hipotesis Aksi Hijau yang sudah dituliskan.

[Lembar Pengukuran Suhu & Kelembaban Tahap Uji Coba](#)

8. Kelompok murid diberikan lembar "Misi Kelima Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi" yang berisi tugas menyajikan dan menganalisis data hasil pengukuran suhu dan kelembaban di dalam dan di luar mini greenhouse dalam bentuk diagram batang.

[Misi Kelima Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi.pdf](#)

[Rubrik & RTL Asesmen Formatif Matematika Pertemuan 5.docx](#)

9. Kelompok murid mempresentasikan sajian data hasil pengukuran.

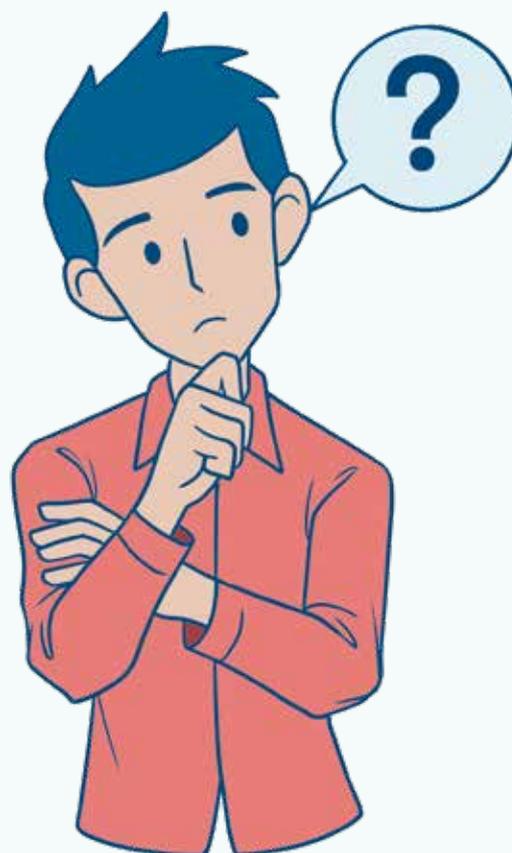
10. Pendidik memberikan apresiasi dan pertanyaan refleksi:

- "Apakah hipotesis awal sesuai dengan hasil uji coba?"
- "Perbaiki apa yang dapat dilakukan agar suhu dan kelembaban dalam *green house* lebih sesuai dengan kebutuhan tanaman?"

11. Murid mengisi Lembar Refleksi Aksi Hijau. [Lembar Refleksi Aksi Hijau.pdf](#)

12. Pendidik memberikan umpan balik dan penguatan terhadap kegiatan pembelajaran hari ini kemudian menginformasikan kegiatan "Misi Terakhir Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi" yang akan dilaksanakan pada pertemuan selanjutnya.

13. Pendidik mengingatkan murid untuk membawa alat dan bahan yang diperlukan jika terdapat bagian yang perlu diperbaiki pada *mini green housenya* di pertemuan selanjutnya.





Pertemuan ke-6

“Menyajikan Data dan Refleksi Proyek”

Pengalaman Belajar : **Mengaplikasi**

Prinsip Pembelajaran : **Berkesadaran Bermakna Menggembirakan**

1. Pendidik membuka pelajaran dengan mengingatkan kembali kegiatan pengujian *mini greenhouse* pada pertemuan sebelumnya dan memberikan pertanyaan diskusi pemantik:
 - “Apa yang kalian temukan dari pengukuran suhu dan kelembaban *mini green house* kalian pada pertemuan sebelumnya?”
 - “Apa bagian yang belum berjalan optimal?”
 - “Bagaimana jika kalian diberi kesempatan untuk memperbaikinya?”
2. Pendidik menjelaskan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan:

“Ini adalah misi terakhir Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi. Hari ini anak-anak diberikan kesempatan untuk memperbaiki *mini greenhouse* kalian pada bagian yang dibutuhkan. Melakukan pengukuran suhu dan kelembaban ulang dan menyajikan datanya dalam bentuk diagram batang serta menganalisis hasil akhir suhu dan kelembaban sebelum dan setelah perbaikan/revisi”.
3. Murid diminta membuka kembali Lembar Ceklis Keberhasilan *Mini Greenhouse* dan catatan suhu/kelembaban sebelumnya kemudian menyepakati bagian yang perlu diperbaiki.
4. Pendidik membagikan Lembar Revisi Desain untuk memudahkan murid merencanakan dan menentukan perbaikan ataupun penyesuaian pada *mini greenhouse* buatan kelompoknya. [Lembar Revisi Desain Mini Greenhouse](#)
5. Murid melakukan perbaikan atau penyesuaian desain *mini greenhouse* berdasarkan evaluasi sebelumnya. Contoh:
 - Menambah ventilasi
 - Mengganti penutup plastik
6. Murid mencatat perubahan yang dilakukan pada Lembar Revisi Desain, pendidik memfasilitasi dengan berkeliling dan memberi umpan balik langsung.
7. Setelah perbaikan, murid mengukur kembali suhu dan kelembaban di dalam *mini greenhouse* menggunakan alat ukur kemudian mencatat hasilnya pada lembar “Aksi Puncak Misi Hijau

Si Penyelamat Bumi". Pendidik memfasilitasi dengan berkeliling dan memberi umpan balik langsung.

[Misi Puncak Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi.pdf](#)

8. Murid diberikan lembar analisis mandiri sebagai data asesmen formatif matematika analisis data dalam bentuk diagram batang.

[Lembar Refleksi Iterasi Desain.pdf](#)

[Rubrik Penilaian dan RTL Matematika Pertemuan 6.docx](#)

9. Beberapa murid secara bergiliran menyampaikan:

- Perubahan yang dilakukan
- Perbedaan suhu/kelembaban setelah revisi
- Tantangan saat proses iterasi

10. Pendidik mengajak refleksi bersama:

- "Mengapa penting mencoba lagi dan memperbaiki solusi?"
- "Apa kaitannya dengan tantangan perubahan iklim yang terus berubah?"

11. Pendidik menyimpulkan pembelajaran hari ini dan mengapresiasi ketekunan murid dalam menyelesaikan semua rangkaian Misi Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi.

12. Murid diberikan waktu untuk menyusun Laporan Proyek Akhir Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi.

Laporan Proyek Akhir harus memuat:

- Deskripsi singkat desain *mini greenhouse* yang dibuat bersama kelompok tetapi dijelaskan dari perspektif individu (peran dan kontribusinya).
- Data suhu dan kelembaban yang diolah sendiri.
- Analisis perbandingan data suhu dan kelembaban sebelum dan sesudah revisi.
- Kesimpulan efektivitas *mini greenhouse*.
- Kesimpulan dan rekomendasi terkait hubungan temuan dengan isu perubahan iklim di lingkungan sekitar.

13. Pendidik menginformasikan kegiatan pada pertemuan selanjutnya, yaitu Penutup Misi Hijau Penyelamat Bumi dimana murid akan mempresentasikan hasil proyek *mini greenhouse* secara individu, menyerahkan laporan tertulis, dan mengisi refleksi pribadi kemudian membagikan Sertifikat Penghargaan pada Agen Misi Aksi Hijau Penyelamat Bumi.



Pertemuan ke-7

“Presentasi dan Laporan Aksi Hijau”

Pengalaman Belajar : **Merefleksi**

Prinsip Pembelajaran : **Berkesadaran Bermakna Menggembirakan**

1. Pendidik membuka pembelajaran dengan menyampaikan bahwa pertemuan ini merupakan pertemuan Penutup Misi Hijau Penyelamat Bumi yang merupakan asesmen sumatif individu dari rangkaian proyek “Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi”.

Pendidik perlu menyampaikan:

- Presentasi dan Laporan Proyek Akhir ini merupakan kegiatan asesmen sumatif.
- Kriteria penilaian individu pada kegiatan ini, meliputi: produk proyek, data dan analisis, presentasi lisan, dan refleksi pribadi
- Waktu presentasi : 5–7 menit per murid.

2. Murid diajak mengingat kembali proses kegiatan dari pertemuan 1 sampai 6 melalui penayangan foto/video kegiatan atau penjelasan singkat yang ditampilkan/disampaikan oleh pendidik.
3. Pendidik menjelaskan format kegiatan hari ini: setiap murid akan mempresentasikan hasil proyek secara individu, menyerahkan laporan tertulis, dan mengisi refleksi pribadi.
4. Pendidik menyampaikan kriteria penilaian sesuai rubrik asesmen sumatif yang meliputi produk, pengolahan data, analisis data, penjelasan hubungan biotik-abiotik, presentasi, dan refleksi.
5. Murid mempersiapkan hal yang dibutuhkan untuk mendukung presentasinya, termasuk *mini greenhouse* masing-masing atau bagian yang menjadi tanggung jawabnya serta data pengukuran suhu dan kelembaban yang telah diolah dalam bentuk tabel dan diagram batang pada pertemuan-pertemuan sebelumnya.
6. Murid memeriksa kembali laporan tertulisnya yang memuat: deskripsi desain, data suhu dan kelembaban, analisis perbandingan sebelum dan sesudah revisi, kesimpulan efektivitas *mini greenhouse*, serta kaitannya dengan perubahan iklim.
7. Murid secara bergiliran untuk mempresentasikan hasil proyeknya (durasi 5–7 menit per murid).

Setiap murid mempresentasikan:

- › Deskripsi singkat desain *mini greenhouse* yang dibuat bersama kelompok tetapi dijelaskan dari perspektif individu (peran dan kontribusinya).
- › Data suhu dan kelembaban yang diolah sendiri.
- › Analisis perbandingan data suhu dan kelembaban sebelum dan sesudah revisi.
- › Kesimpulan efektivitas *mini greenhouse*.
- › Kesimpulan dan rekomendasi terkait hubungan temuan dengan isu perubahan iklim di lingkungan sekitar.

8. Saat presentasi berlangsung, pendidik melakukan penilaian menggunakan rubrik asesmen sumatif individu. Murid menyerahkan laporan tertulis setelah selesai presentasi.
9. Murid mengumpulkan laporan tertulis yang sudah dilengkapi data dan analisis masing-masing.
10. Murid mengisi Lembar Refleksi Pribadi yang berisi pertanyaan seperti:
 - “Pengetahuan dan keterampilan apa yang paling berkembang pada dirimu selama proyek ini?”
 - Bagaimana kamu dapat menerapkan ide *mini greenhouse* ini di rumah atau sekolah?
11. Pendidik menyampaikan apresiasi kepada seluruh murid yang telah menyelesaikan proyek kemudian ditutup dengan pemberian sertifikat penghargaan bagi seluruh murid karena telah menuntaskan Misi sebagai Agen Aksi Hijau Penyelamat Bumi.

[Sertifikat Aksi Hijau.pdf](#)

Referensi:

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2023, September 30). *Prakiraan musim hujan 2023/2024 di Indonesia*. BMKG. <https://www.bmkg.go.id/iklim/prediksi-musim/prakiraan-musim-hujan-2023-2024-di-indonesia-2>

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2024a, Januari 5). *Anomali suhu udara rata-rata tahun 2024*. BMKG. <https://www.bmkg.go.id/iklim/anomali-suhu-udara-rata-rata-tahun-2024>

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2024b, Februari 12). *Analisis laju perubahan suhu udara di Indonesia*. BMKG. <https://www.bmkg.go.id/iklim/analisis-laju-perubahan-suhu-udara>

Trading Economics. (2024). *Indonesia average temperature 1901-2024*. Trading Economics. <https://id.tradingeconomics.com/indonesia/temperatu>

7. ASESMEN PEMBELAJARAN

Mata Pelajaran	Tujuan Pembelajaran	Kegiatan Asesmen	Tautan Instrumen
IPAS	Menganalisis hubungan antarkomponen biotik dan abiotik serta pengaruhnya terhadap ekosistem.	<p>Formatif</p> <p>Pertemuan 1 Mengidentifikasi komponen biotik dan abiotik serta dampak jika tidak ada komponen abiotik pada lingkungan</p> <p>Pertemuan 2 Menuliskan komponen abiotik penting bagi tumbuhan, peran serta dampak komponen abiotik tersebut terhadap pertumbuhan tanaman.</p> <p>Pertemuan 3 Menjelaskan pengaruh cuaca terhadap pertumbuhan tanaman.</p>	<p>Rubrik Penilaian Formatif IPAS (Pertemuan 1)- Misi Pertama Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi</p> <p>Rubrik Penilaian Formatif IPAS (Pertemuan 2)-Misi Kedua Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi</p> <p>Rubrik Asesmen Formatif IPAS Pertemuan 3.docx</p>
Matematika	Mengurutkan, membandingkan, menyajikan dan menganalisis data banyak benda dan data hasil pengukuran dalam bentuk gambar/ piktogram, diagram batang, dan tabel frekuensi untuk mendapatkan informasi.	<p>Formatif</p> <p>Pertemuan 4 Menuliskan, mengelompokkan dan menyajikan data kondisi cuaca 30 hari sebelumnya di daerah tempat tinggal dalam bentuk tabel frekuensi dan diagram gambar/piktogram.</p>	<p>Rubrik Penilaian Formatif MTK (Pertemuan 3)-Misi Ketiga Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi</p>

		<p>Pertemuan 5</p> <p>Menyajikan dan menganalisis data hasil pengukuran suhu dan kelembaban pada tahap uji coba mini greenhouse dalam bentuk diagram batang.</p> <p>Pertemuan 6</p> <p>Membandingkan, menganalisis dan menyimpulkan keberhasilan mini <i>greenhouse</i> setelah proses revisi berdasarkan data hasil pengukuran suhu dan kelembaban sebelum dan sesudah revisi.</p>	<p>Rubrik & RTL Asesmen Formatif Matematika Pertemuan 5.docx</p> <p>Rubrik Penilaian dan RTL Matematika Pertemuan 6.docx</p>
<p>Integrasi IPAS - Matematika</p>		<p>Sumatif</p> <p>Pertemuan 7</p> <p>Presentasi & Laporan Proyek Mini <i>Greenhouse</i> Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi.</p>	

Asesmen Sumatif : Pertemuan 7

“Presentasi & Laporan Proyek Akhir Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi”

Bentuk : Penilaian Proyek terintegrasi Mata Pelajaran IPAS dan Matematika.

Aspek yang dinilai meliputi: Laporan Proyek

Presentasi

Refleksi

Tujuan Pembelajaran:

1. IPAS

Menganalisis hubungan antarkomponen biotik dan abiotik serta pengaruhnya terhadap ekosistem.

2. Matematika

Mengurutkan, membandingkan, menyajikan dan menganalisis data banyak benda dan data hasil pengukuran dalam bentuk gambar/piktogram, diagram batang, dan tabel frekuensi untuk mendapatkan informasi.

Panduan Asesmen Sumatif

1. **Menyajikan Data** hasil pengukuran suhu dan kelembaban di dalam dan luar *greenhouse* dalam tabel frekuensi & diagram batang.
2. **Menganalisis Data** untuk menentukan efektivitas *greenhouse*.
3. **Menulis Laporan** berisi:
 - Deskripsi desain & bahan
 - Data pengukuran
 - Analisis perbedaan suhu & kelembaban
 - Hubungan dengan pertumbuhan tanaman
 - Kesimpulan & rekomendasi
4. **Melakukan Presentasi** di depan kelas.
5. **Menulis Refleksi Pribadi** tentang pembelajaran dan kaitannya dengan isu perubahan iklim.

"Aksi Hijau Si Penyelamat Bumi"

Aspek	Indikator	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Pengolahan Data	Penyajian tabel & diagram batang	Menyajikan ≥ 2 tabel dan 1 diagram batang sesuai hasil pengukuran tanpa kesalahan perhitungan	Menyajikan ≥ 1 tabel dan 1 diagram batang sesuai hasil pengukuran (≤ 2 kesalahan perhitungan)	Menyajikan tabel atau diagram batang tetapi data tidak konsisten dengan hasil pengukuran (> 2 kesalahan)	Tidak menyajikan tabel/diagram atau data sepenuhnya salah
Analisis Data	Perbandingan & kesimpulan dari data	Membandingkan minimal 2 variabel dengan benar dan menyimpulkan sesuai seluruh data yang disajikan	Membandingkan minimal 2 variabel dengan benar dan menyimpulkan sesuai sebagian data	Membandingkan data tetapi kesimpulan tidak sesuai atau kurang lengkap	Tidak melakukan perbandingan atau kesimpulan sepenuhnya salah
Penjelasan Hubungan Biotik-Abiotik	Relevansi & kelengkapan penjelasan	Menjelaskan hubungan ≥ 3 komponen biotik dan abiotik dengan contoh nyata dan dampaknya	Menjelaskan hubungan ≥ 2 komponen biotik dan abiotik dengan contoh sederhana	Menyebut ≥ 2 komponen tetapi tanpa hubungan yang jelas	Menyebut < 2 komponen atau hubungan tidak relevan

Aspek	Indikator	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Presentasi	Struktur, kejelasan, penggunaan media	Penyampaian runtut (3 bagian: pembukaan, isi, penutup), suara jelas, durasi sesuai (5-7 menit), menggunakan media kreatif.	Penyampaian runtut, suara jelas, durasi sesuai, menggunakan media yang relevan.	Penyampaian sebagian runtut, suara kurang jelas, media minim.	Penyampaian tidak runtut, suara tidak jelas, tanpa media.
Refleksi	Pemahaman kaitan proyek dengan perubahan iklim	Menyebut minimal 2 contoh nyata keterkaitan proyek dengan perubahan iklim dan 1 ide solusi.	Menyebut minimal 1 contoh nyata keterkaitan proyek dengan perubahan iklim.	Menyebut keterkaitan secara umum tanpa contoh.	Tidak menyebutkan keterkaitan sama sekali.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

Interval Nilai	Kategori
84 - 100	Mahir
69 - 83	Cakap

Interval Nilai	Kategori
54 - 68	Berkembang
0 - 53	Perlu Bimbingan

Murid dikatakan mampu mencapai tujuan pembelajaran apabila mampu menunjukkan perilaku pada skor 3 setiap indikatornya atau mencapai nilai pada kategori Cakap

8. RENCANA TINDAK LANJUT

Nilai	Kategori	Rencana Tindak Lanjut
84 - 100	Mahir	<ul style="list-style-type: none">• Tugas pengayaan: merancang modifikasi mini greenhouse untuk jenis tanaman atau kondisi lingkungan berbeda.• Menjadi mentor bagi teman di kategori Berkembang dan Perlu Bimbingan.• Karya diabadikan sebagai contoh praktik baik untuk pameran/dokumentasi sekolah.
69 - 83	Cakap	Latihan analisis lanjutan dengan data baru untuk meningkatkan ketelitian perbandingan dan kesimpulan.
54 - 68	Berkembang	<ul style="list-style-type: none">• Bimbingan terstruktur untuk memperbaiki tabel/diagram batang yang salah.• Menulis ulang kesimpulan berdasarkan data yang benar.• Menggunakan lembar panduan hubungan biotik-abiotik untuk membuat penjelasan yang lebih logis.
0 - 53	Perlu Bimbingan	<ul style="list-style-type: none">• Mengulang proyek dalam skala kecil (mengukur suhu & kelembaban satu lokasi dengan waktu yang disepakati) dengan pendampingan pendidik.• Remedial tatap muka untuk memahami kembali cara membuat tabel, diagram batang, dan analisis sederhana.• Melihat dan mendiskusikan contoh mini greenhouse yang baik.



Contoh Perencanaan Pembelajaran SMP

SMART WATT:

MERANCANG SENSOR LAMPU HEMAT ENERGI UNTUK OPTIMALISASI PENGUNAAN LISTRIK DI RUMAH

Mata Pelajaran : Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan Matematika

Fase/Kelas : D/IX

Alokasi Waktu : 7 Kali Pertemuan (18 Jam Pelajaran)

G. IDENTIFIKASI

Dimensi Profil Lulusan : Penalaran kritis

: Kreativitas

: Kolaborasi

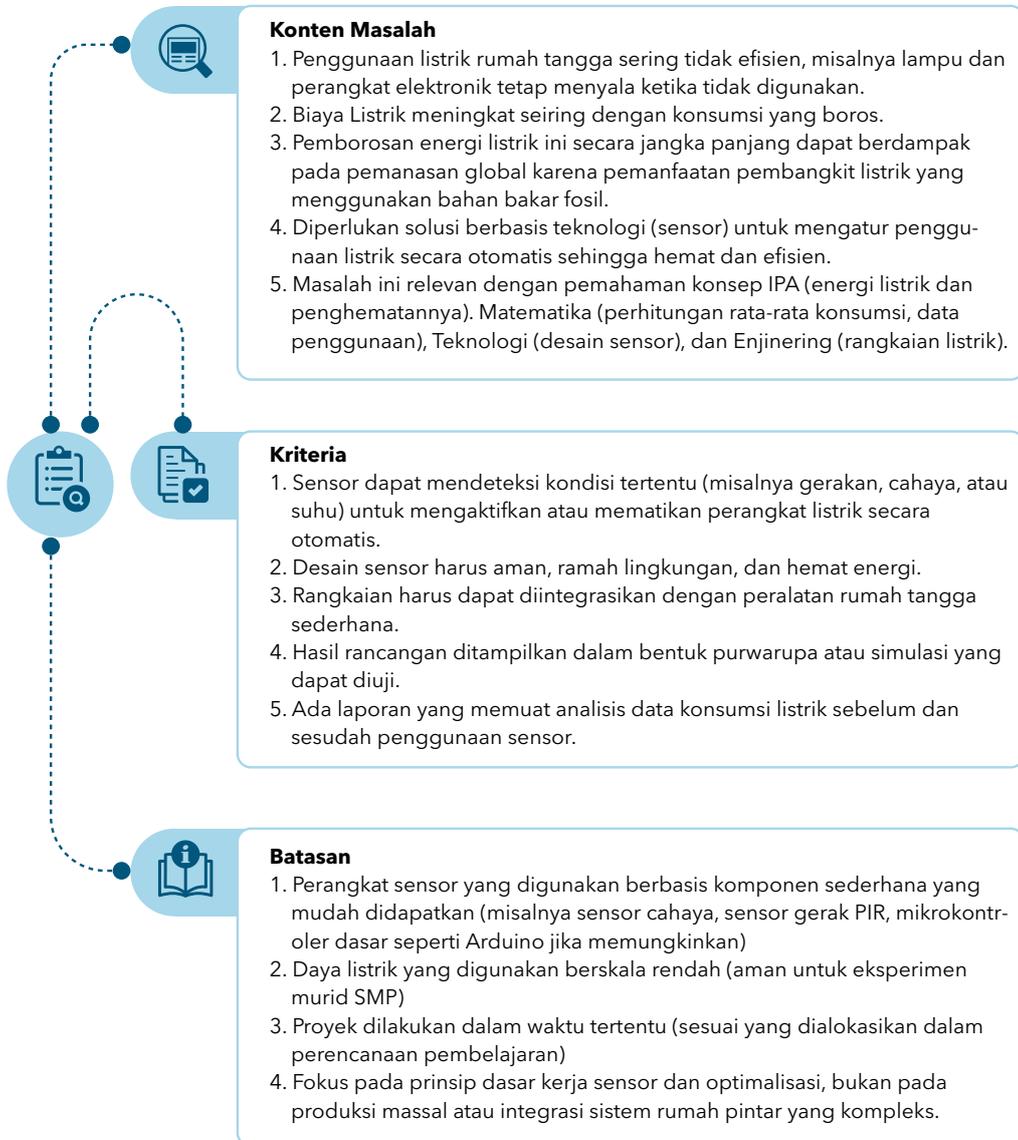
: Kemandirian

: Komunikasi

H. DESAIN PEMBELAJARAN

Topik : "Smart Watt: Merancang Sensor Lampu Hemat Energi untuk Optimalisasi Penggunaan Listrik di Rumah"

Konten Masalah, Kriteria, dan Batasan



Tujuan Pembelajaran

Mata Pelajaran	Tujuan Pembelajaran
Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)	Menganalisis gejala kemagnetan dan kelistrikan untuk menyelesaikan tantangan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari termasuk pemanfaatan sumber energi listrik ramah lingkungan.

Mata Pelajaran	Tujuan Pembelajaran
Matematika	Menentukan dan menafsirkan rata-rata (<i>mean</i>), median, modus, dan jangkauan (<i>range</i>) suatu data serta menyelesaikan permasalahan kontekstual yang berkaitan dengan pemusatan data.

Praktik Pedagogis

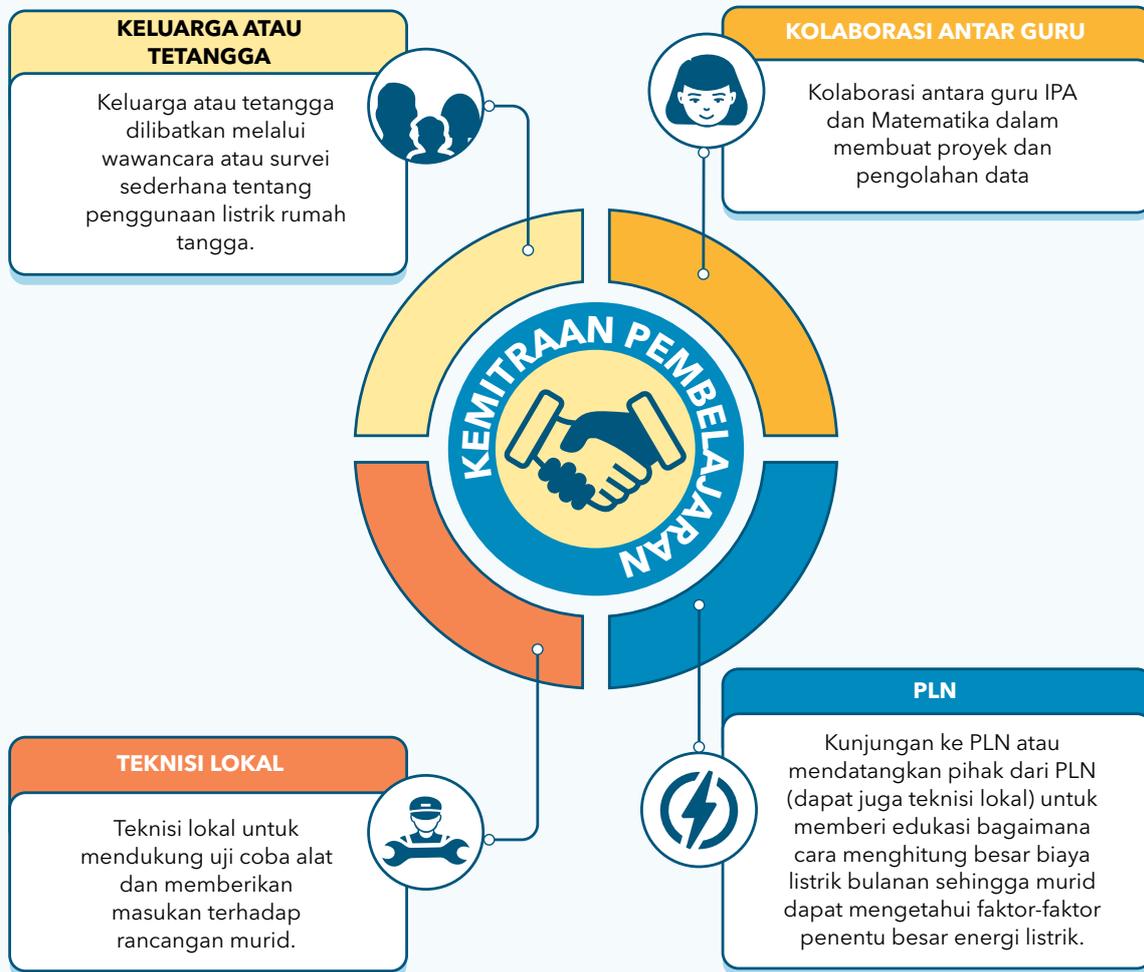
Praktik Saintifik dan Enjinering dengan Pendekatan ***Inquiry Learning*** dilakukan pada aktivitas 1 dan aktivitas 2, sedangkan Praktik Saintifik dan Enjinering dengan pendekatan ***Project Based Learning (PjBL)*** dilakukan pada aktivitas 3. Pembelajaran dirancang untuk mengeksplorasi alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari dengan pendekatan STEM, khususnya dalam melakukan efisiensi energi listrik.

Praktik Saintifik dan Enjinering yang diintegrasikan dalam pembelajaran ini terdiri dari Bertanya dan Mengidentifikasi Masalah, Bertukar Pikiran dalam Menentukan Solusi, Mendesain Solusi, Membuat Solusi, Menguji dan Mengevaluasi Solusi, Mendesain Ulang, dan Mengomunikasikan.

Integrasi Komponen STEM

Integrasi STEM dalam Pembelajaran	
Sains	Penerapan komponen-komponen listrik, rangkaian listrik, kuat arus, hambatan, beda potensial, dan energi listrik, serta kemagnetan.
Teknologi	Penggunaan komponen listrik tambahan berupa komponen sensor gerak, sensor cahaya, atau sensor bunyi.
Enjinering	Pembuatan purwarupa rangkaian listrik rumah tangga untuk menciptakan lampu otomatis menggunakan alat sensor.
Matematika	Pengolahan dan analisis data penggunaan listrik menggunakan <i>mean</i> , median, modus, dan range (jangkauan).

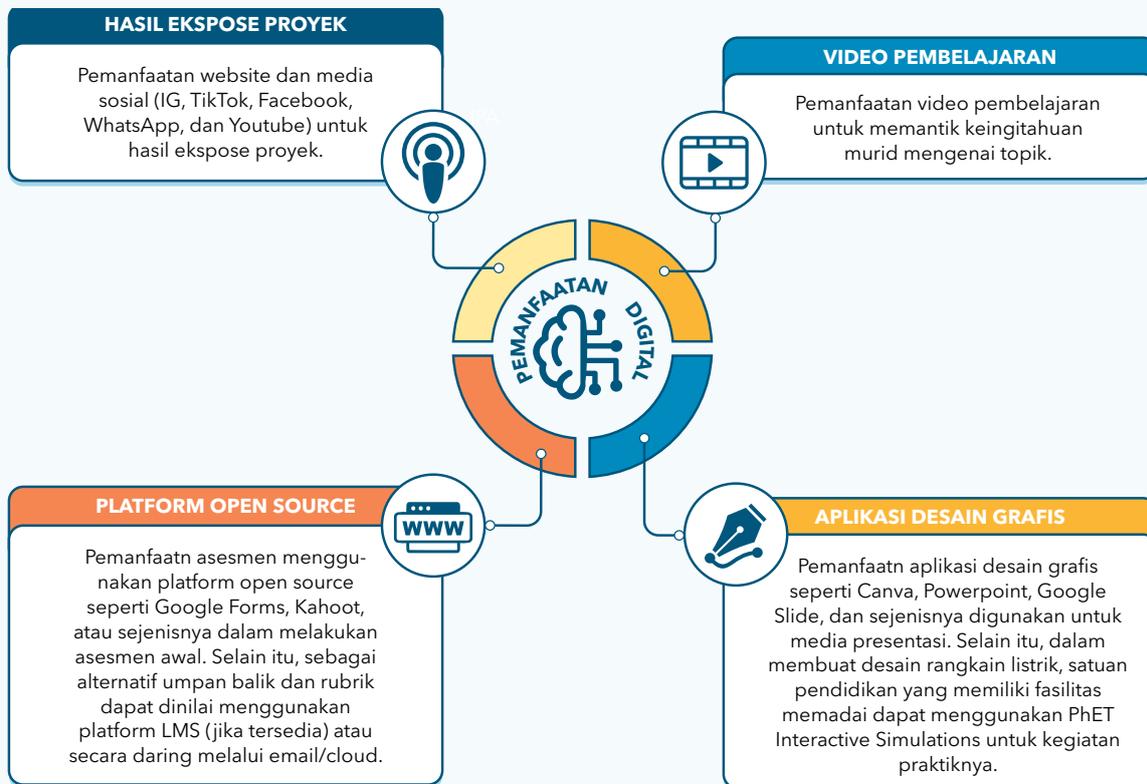
Kemitraan Pembelajaran



Lingkungan Pembelajaran

Menciptakan suasana belajar yang terbuka, saling menghargai dalam menyampaikan ide, membangkitkan rasa ingin tahu, komunikatif serta kolaboratif dalam ruang kelas, laboratorium serta lingkungan sekitar. Secara intelektual, murid difasilitasi dengan **berbagai sumber belajar**, baik fisik maupun digital seperti infografis, video, simulasi interaktif, kit listrik sederhana dan atau modul eksperimen. Budaya belajar juga diciptakan untuk melibatkan pembentukan norma positif, dimana murid didorong untuk dapat memberi pengaruh hidup hemat secara finansial dan menjaga keberlangsungan lingkungan dengan perilaku hemat energi, sikap komunikasi yang aktif selama kegiatan kelompok maupun ketika berinteraksi dengan kemitraan belajar, penalaran kritis dan kreativitas dalam membuat purwarupa, serta pengembangan sikap kolaborasi dan kemandirian dalam kegiatan kemitraan, presentasi dan penyelesaian lembar kerja.

Pemanfaatan Digital



Aktivitas 1:

Menganalisis Perbedaan Rangkaian Listrik Seri dan Paralel serta Gejala Kemagnetan dalam Rangkaian Listrik (IPA)



Pertemuan ke-1 (Rekomendasi Alokasi Waktu: 3 Jam Pelajaran)

MEMAHAMI (BERKESADARAN, BERMAKNA, DAN MENGGEMBIRAKAN)

Bertanya dan Mengidentifikasi Masalah

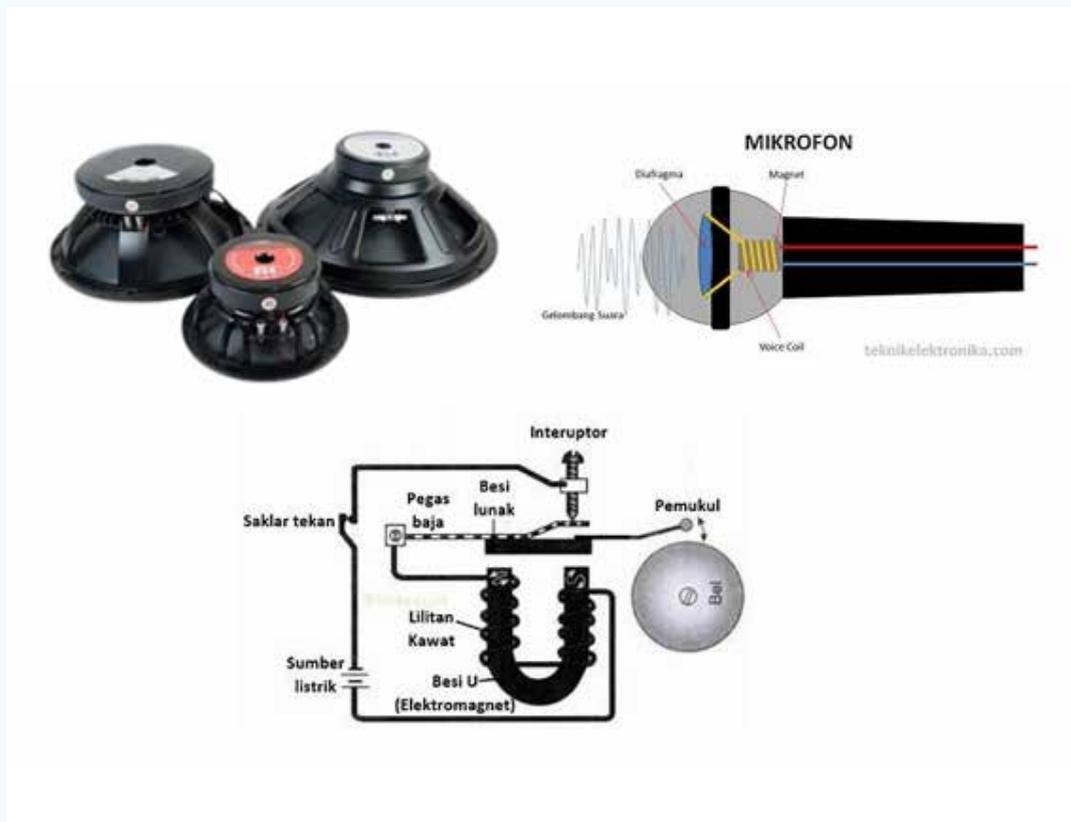
- 1 Pendidik memberikan asesmen awal mengenai perubahan bentuk energi dalam peralatan elektronik yang digunakan sehari-hari (asesmen awal dapat diberikan berupa lembar kerja cetak atau menggunakan *platform open source* seperti *Google Forms*, *Kahoot*, atau sejenisnya).

Nama Benda	Bentuk Energi Asal	Bentuk Energi Akhir
Lampu		
Air Conditioner (AC)		
Kipas angin		
Komputer/laptop		
Kulkas/lemari pendingin		
Dispenser		
Televisi (TV)		
.....		

Skor = (jumlah jawaban benar : jumlah soal)x100

Murid yang mendapatkan skor < 70 diberi penguatan oleh pendidik, sedangkan murid yang mendapatkan skor ≥ 70 dapat menjadi tutor sebaya.

2. Pendidik menunjukkan penggunaan penerangan lampu di sekitar gedung sekolah. Yang terdekat, pendidik dapat mencoba menyalakan dan mematikan lampu yang digunakan di dalam ruang kelas dan di lobi sekolah. Sebagai alternatif, dapat menggunakan gambar atau poster dengan diberikan narasi yang sesuai dengan situasi yang ingin digambarkan (perbedaan lampu seri dan paralel).
3. Pendidik meminta murid mengemukakan hasil pengamatan. Untuk mendorongnya, pendidik dapat memberi pertanyaan pemantik, "Apa penyebab lampu dapat padam dan menyala? Apakah ketika kita menyalakan lampu di ruangan kelas, lampu di lobi atau di ruangan yang lain ikut menyala? Mengapa? Berdasarkan pengamatan, menurut pendapatmu apakah ada perbedaan rangkaian listrik yang digunakan antara satu tempat dengan tempat lainnya?"
4. Setelah itu, pendidik memunculkan materi gejala kemagnetan dengan memberi pertanyaan pemantik, "Dari berbagai perangkat elektronik yang kamu analisis bentuk energinya di kegiatan awal, atau dari perangkat elektronik yang ada di sekitarmu, adakah yang menggunakan magnet di dalamnya? Apa saja?"
5. Pendidik menampilkan beberapa gambar perangkat elektronik yang menggunakan komponen magnet, seperti speaker, mikrofon, dan bel listrik.



6. Pendidik mengajukan pertanyaan:
 - a. Ketika di sekolah dasar, kalian telah belajar tentang magnet, sekarang dikaitkan dengan perangkat elektronik yang kalian amati, apa fungsi dari komponen magnet di dalam perangkat tersebut?
 - b. Bagaimana cara kerja perangkat elektronik yang menggunakan magnet?

Bertukar Pikiran dalam Menentukan Solusi

7. Murid diajak untuk mengingat kembali dan berdiskusi mengenai perbedaan rangkaian seri dan paralel yang telah mereka pelajari di jenjang sekolah dasar.
8. Setelah itu, murid diajak untuk mencari tahu lebih dalam mengenai gejala kelistrikan dan kemagnetan dengan diberi pertanyaan diskusi, "Jika kita merancang sebuah percobaan untuk mengetahui gejala kelistrikan dan kemagnetan dalam sebuah rangkaian listrik, rangkaian seperti apa yang tepat? Komponen apa saja yang dibutuhkan? Dan bagaimana kita dapat mengetahui gejala kelistrikan dan kemagnetan dari rangkaian tersebut?"
9. Perwakilan 2 murid menyampaikan pendapat mereka berdasarkan hasil diskusi.

Mendesain Solusi

10. Pendidik menunjukkan alat ukur amperemeter dan voltmeter serta mendemonstrasikan cara penggunaannya dalam rangkaian listrik.
11. Murid secara berkelompok melakukan percobaan rangkaian lampu seri dan paralel dimana lampu-lampu yang digunakan identik. Kemudian murid mengukur besar kuat arus menggunakan amperemeter untuk masing-masing rangkaian dan mencatatnya ke dalam tabel pengamatan yang ada di dalam lembar kerja aktivitas 1.
12. Berdasarkan hasil percobaan, murid diajak untuk menyimpulkan hubungan jumlah lampu terhadap besar hambatan total rangkaian dan hubungannya terhadap kuat arus.
13. Pendidik memberi penguatan mengenai hubungan hambatan dan kuat arus berdasarkan hukum Ohm ($R=V/I$).
14. Murid melengkapi data besar hambatan listrik pada tabel pengamatan menggunakan persamaan hukum Ohm ($R=V/I$).
15. Setelah itu, murid diminta untuk membuat desain rangkaian bel listrik secara berkelompok. Komponen yang digunakan terdiri dari 1 buzzer aktif, 2 buah baterai tipe AA, 1 tempat baterai AA dan 1 buah saklar. Percobaannya sendiri akan dilakukan di pertemuan selanjutnya.



Pertemuan 2 (Rekomendasi Alokasi Waktu: 2 Jam Pelajaran)

MEMBUAT SOLUSI

16. Secara berkelompok, murid mencari informasi mengenai buzzer dan hubungannya dengan kemagnetan. Setelah itu, murid melakukan percobaan berdasarkan desain yang sebelumnya dibuat. Berikut referensi cara membuat rangkaian bel listrik sederhana.



Link video: <https://youtu.be/STd8YpaNzpM?si=CXpENQ2R1BWGHJzu>

Menguji dan Mengevaluasi Solusi

17. Murid diajak untuk melakukan pengamatan terhadap percobaan bel listrik yang dilakukan kemudian mencatat hasil pengamatan pada lembar kerja.
18. Murid melengkapi informasi mengenai cara kerja bel listrik melalui kajian buku teks dan jelajah internet.
19. Setelah itu, secara berkelompok, murid diberi gambar perangkat elektronik yang menggunakan magnet, dimana gambar yang diberikan berbeda untuk setiap kelompoknya. Contohnya kipas, motor listrik, dinamo atau generator, telepon, jam alarm, relay, dan transformator. Setiap kelompok diminta untuk menganalisis cara kerja kemagnetan dalam perangkat elektronik tersebut. Murid dapat melakukan kajian teks atau jelajah internet untuk mencari informasi.
20. Setiap kelompok mempresentasikan gejala kemagnetan untuk perangkat elektronik yang mereka analisis, jika memungkinkan murid dapat membawa contoh nyata dari perangkat elektronik tersebut. Media presentasi dapat menggunakan aplikasi *Canva*, *PowerPoint*, *Google Slide* atau jika tidak memungkinkan dapat dibuat poster. Kelompok lain memberi tanggapan.

Mengomunikasikan

21. Pendidik memberi umpan balik dan penguatan mengenai rangkaian listrik dan gejala kemagnetan pada rangkaian listrik yang menggunakan komponen magnet.
22. Murid menjawab pertanyaan refleksi tertulis tentang pengalaman belajar.

Pertanyaan Refleksi	Jawabanku
Apa perbedaan antara rangkaian seri dan paralel?	
Dalam situasi seperti apa kita memilih menggunakan rangkaian seri atau paralel?	
Seperti apa contoh penerapan rangkaian seri dan paralel dalam kehidupan sehari-hari?	
Apa peran magnet dalam perangkat elektronik yang kamu temui sehari-hari? Apa yang terjadi jika tidak ada komponen magnet dalam alat-alat tersebut?	

Pertanyaan Refleksi	Jawabanku
Apakah kamu menemukan tantangan dalam kegiatan percobaan yang kamu lakukan? Bagaimana kamu mengatasinya?	
Materi mana yang kamu rasa masih belum yakin kamu sudah menguasainya?	

23. Pendidik meminta murid untuk membawa bukti pembayaran biaya listrik bulanan rumahnya selama 3-6 bulan terakhir yang akan dipakai sebagai bahan diskusi pada pertemuan selanjutnya. Untuk rumah yang mengonsumsi listrik pra-bayar, data yang dikumpulkan adalah data pembelian kuota listrik setiap bulannya. Pendidik meminta murid untuk mencermati tagihan listrik setiap bulannya apakah sama atau tidak, jika tidak, mengapa. Dan apa saja yang memengaruhi besar biaya listrik yang dikeluarkan. Murid dapat mencari informasi awal mengenai hal tersebut dengan melakukan wawancara pada orangtua, keluarga, atau tetangga di sekitarnya.

Aktivitas 2:

Menganalisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Besar Energi Listrik dan Menghitung Penggunaannya dalam Kehidupan Sehari-Hari, serta Menentukan Nilai Rata-rata (*Mean*), Median, Modus, dan Jangkauan (*Range*) dari Data Konsumsi Energi Listrik yang Diperoleh (IPA dan Matematika)



Pertemuan 3 (Rekomendasi Alokasi Waktu: 3 Jam Pelajaran)

MEMAHAMI (BERKESADARAN, BERMAKNA, DAN MENGGEMBIRAKAN)

Bertanya dan Mengidentifikasi Masalah

1. Pendidik meminta 5 murid untuk menyampaikan di depan kelas mengenai data tagihan listrik rumahnya selama 3-6 bulan terakhir serta informasi yang didapatkan dari hasil wawancara sebelumnya.
2. Pendidik mengarahkan diskusi kelas dengan memberi pertanyaan "Apakah biaya listrik bulanan antara rumah yang satu sama dengan rumah lainnya? Apa yang menyebabkan

biaya listrik setiap rumah berbeda? Apakah kita dapat menghemat biaya listrik bulanan? Bagaimana caranya?”. Melalui diskusi kelas, murid diarahkan untuk memperoleh pengetahuan bahwa biaya listrik bulanan dipengaruhi oleh banyaknya energi listrik yang dikeluarkan berdasarkan penggunaan perangkat elektronik di rumahnya.

3. Pendidik mengenalkan ukuran daya listrik yang selalu tertera pada barang-barang elektronik. Pendidik dapat membawa contoh lampu yang mencantumkan ukuran dayanya, atau menunjukkan beberapa gambar keterangan daya listrik yang tercantum pada beberapa alat elektronik. Kemudian murid diajak untuk mengidentifikasi daya listrik dari perangkat elektronik yang mereka gunakan dalam kehidupan sehari-hari serta perkiraan durasi penggunaannya ke dalam tabel berikut ini.

Nama Alat Elektronik	Jumlah Alat Elektronik	Daya Listrik (Watt)	Rata-Rata Durasi Penggunaan/ Bulan (Jam)
Mesin cuci
Kulkas
Televisi
AC
Lampu
.....

Bertukar Pikiran dalam Menentukan Solusi

4. Pendidik mengenalkan cara menghitung energi listrik sebagai dasar penghitungan biaya listrik per kWh. Sebagai alternatif pembelajaran, murid dapat melakukan kunjungan belajar ke PLN atau mendatangkan tenaga ahli ke dalam kelas untuk memberi penguatan mengenai cara menghitung biaya listrik serta hubungan antara energi listrik dengan daya listrik, selang waktu, kuat arus, tegangan, dan hambatan listrik. Jika hal tersebut tidak memungkinkan, murid dapat melakukan penyelidikan melalui kajian pustaka kemudian membuat resume dalam bentuk *mind map* atau gambar. Pendidik memberi umpan balik terhadap hasil resume yang dibuat murid.

Mendesain Solusi dan Membuat Solusi

5. Murid menghitung perkiraan biaya listrik yang dikeluarkan selama 1 bulan dari perangkat elektronik yang digunakan di tabel kegiatan 3 dengan asumsi harga per kWh sebesar Rp 708, menggunakan lembar kerja yang diberikan.
6. Murid merancang solusi apa yang dapat dilakukan untuk menghemat tagihan listrik di rumahnya masing-masing berdasarkan penggunaan alat elektronik di rumahnya (jawaban murid bisa bervariasi, salah satunya dengan mengurangi durasi pemakaian alat elektronik).



Pertemuan 4 (Rekomendasi Alokasi Waktu: 2 Jam Pelajaran)

Menguji dan Mengevaluasi Solusi

7. Murid mengisi ulang rata-rata durasi penggunaan alat elektronik di rumahnya berdasarkan rancangan solusi yang dibuat sebelumnya (dengan mengurangi durasi pemakaian dibandingkan pemakaian biasanya) ke dalam tabel.

Nama Alat Elektronik	Daya Listrik (Watt)	Jumlah Alat	Rata-Rata Durasi Penggunaan/30 hari (Jam)
Mesin cuci	300	1	
Kulkas	450	1	
Televisi	200	2	
AC	500	2	
Lampu	15	6	

8. Murid menghitung total energi listrik yang digunakan dalam 30 hari kemudian menghitung besar biaya listrik yang dikeluarkan dengan asumsi harga per kWh sebesar Rp 708, kemudian murid membandingkannya dengan biaya listrik yang dia hitung sebelumnya di kegiatan 5, apakah benar lebih hemat.
9. Pendidik memberikan penjelasan mengenai cara menentukan nilai rata-rata (*mean*), median, modus, dan jangkauan (*range*) dari suatu data sebagai dasar dalam kegiatan pengolahan data. Pendidik dapat mengambil contoh data biaya pengeluaran listrik tiap bulan.

10. Berdasarkan data simulasi mengenai konsumsi listrik (dalam kWh) di tabel tersebut, murid diminta untuk menghitung:
- Nilai rata-rata (mean)** dari konsumsi daya listrik, durasi penggunaan/30 hari, dan besar biaya yang dikeluarkan dengan asumsi harga per kWh sebesar Rp 708.
 - Median** dari konsumsi daya listrik, durasi penggunaan/30 hari, dan besar biaya yang dikeluarkan dengan asumsi harga per kWh sebesar Rp708.
 - Modus** dari konsumsi daya listrik, durasi penggunaan/30 hari, dan besar biaya yang dikeluarkan dengan asumsi harga per kWh sebesar Rp708.
 - Jangkauan (range)** dari konsumsi daya listrik, durasi penggunaan/30 hari, dan besar biaya yang dikeluarkan dengan asumsi harga per kWh sebesar Rp708.

Mengomunikasikan

11. Murid mengisi lembar refleksi.

Pertanyaan Refleksi	Jawabanku
Apa yang baru saya ketahui tentang konsumsi energi listrik?	
Alat elektronik apa yang paling boros energi yang saya gunakan sehari-hari? Mengapa saya menyimpulkan demikian?	
Bagaimana cara saya dan keluarga dapat menghemat biaya listrik?	
Bagaimana perasaan saya selama mengikuti kegiatan pembelajaran? Mengapa?	
Jika ada, materi mana yang masih belum saya pahami?	



Aktivitas 3:

Membuat Rangkaian Sensor Lampu Hemat Energi untuk Optimalisasi Penggunaan Listrik di Rumah, serta Menerapkan Nilai Rata-rata (*Mean*), Median, Modus, dan Jangkauan (*Range*) dalam Perancangannya (IPA dan Matematika)



Pertemuan 5 (Rekomendasi Alokasi Waktu: 3 Jam Pelajaran)

Bertanya dan Mengidentifikasi Masalah

1. Pendidik menayangkan video mengenai pemborosan energi dan krisis energi.
 - a. Pemborosan Pemakaian Daya Listrik, Siang Hari Penerang Jalan Umum (PJU) Menyala || 24 Jam



Link video: <https://www.youtube.com/watch?v=f7xLPINMDCc>

- b. Fakta Data: Indonesia Terancam Kelangkaan Energi



Link video: <https://www.youtube.com/watch?v=mFGTcsmvaZA>

- c. Kenapa Indonesia Gak Bisa Move On dari Batu Bara?



Link video: <https://www.youtube.com/watch?v=kNr33K-c0XU>

- d. RI Krisis Batu Bara, Indonesia Terancam Mati Listrik



Link video: <https://www.youtube.com/watch?v=FDNT9UttmqM>

Catatan: Jika tayangan video tidak memungkinkan, dapat menggantinya dengan kegiatan membaca artikel terkait topik yang diangkat video. Contoh artikel:

Stop Pemborosan Energi Listrik! Ini Dampak Negatifnya

<https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-6922008/stop-pemborosan-energi-listrik-ini-dampak-negatifnya>

Krisis Energi: Pengertian, Penyebab, dan Cara Mengatasinya

<https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-5756087/krisis-energi-pengertian-penyebab-dan-cara-mengatasinya?page=3>

2. Pendidik memfasilitasi diskusi kelas dengan memberi pertanyaan pemantik terkait tayangan video atau artikel yang dibaca:

- "Apa yang akan terjadi jika kita terus-menerus mengonsumsi energi listrik secara berlebihan?"
- "Untuk meminimalisasi dampak negatif dari konsumsi energi listrik berlebihan, apa saja upaya yang dapat kita lakukan untuk menghematnya?"

Murid digiring untuk sampai pada pernyataan bahwa salah satu upaya perilaku hemat energi adalah dengan menggunakan energi listrik secara efisien atau tepat guna (hanya menggunakan energi listrik ketika benar-benar membutuhkannya).

Kemudian pendidik memberi pertanyaan pemantik lanjutan:

- "Adakah inovasi yang dapat kita ciptakan untuk mendukung perilaku budaya hemat energi listrik?"

Bertukar Pikiran dalam Menentukan Solusi

3. Pendidik menyampaikan tujuan pembelajaran dan menjelaskan proyek: "*Perancangan Sensor Lampu untuk Optimalisasi Penggunaan Listrik di Rumah*".
4. Pendidik meminta murid secara berkelompok mencari informasi tentang berbagai macam sensor listrik, diantaranya sensor cahaya, sensor temperatur, sensor tekanan/gaya, sensor suara, sensor gerak, dsb. Informasi yang dikaji berupa bentuk fisik komponennya, cara kerja sensor, bagaimana pemasangannya dalam rangkaian, dan manfaat penggunaan sensor tersebut.
5. Dua kelompok mempresentasikan hasil kajian informasi. Media presentasi dapat menggunakan aplikasi *Canva*, *PowerPoint*, *Google Slide* atau jika tidak memanfaatkan aplikasi dapat dibuat poster. Kelompok lain memberi tanggapan.
6. Pendidik memberi penguatan tentang komponen sensor listrik.

MENGAPLIKASI (BERMAKNA DAN MENGGEMBIRAKAN)

Mendesain Solusi

1. Setelah memahami gejala kelistrikan dan kemagnetan, meninjau faktor penentu biaya tagihan listrik dan upaya hemat energi, serta penggunaan berbagai macam sensor listrik, murid dalam kelompok kecil merumuskan pertanyaan proyek:
 - a. Apa yang perlu dilakukan dalam membuat rangkaian listrik sehingga menghasilkan lampu hemat energi?
 - b. Komponen apa saja yang digunakan dalam rangkaian listrik tersebut?
 - c. Adakah komponen yang menggunakan gejala kemagnetan dalam penerapannya?

2. Murid membuat desain rangkaian listrik secara berkelompok dimana di dalam desainnya menggunakan komponen sensor. Untuk memudahkan murid dalam mendapatkan bahan percobaan dan memudahkan dalam pembuatan rangkaian listrik, maka komponen sensor yang direkomendasikan adalah komponen sensor cahaya dan komponen sensor gerak. Untuk satuan pendidikan yang memiliki fasilitas yang jauh lebih memadai dapat mencoba komponen sensor lain selain sensor cahaya dan sensor gerak.

Pendidik dapat menayangkan beberapa video contoh pembuatan rangkaian listrik menggunakan sensor:

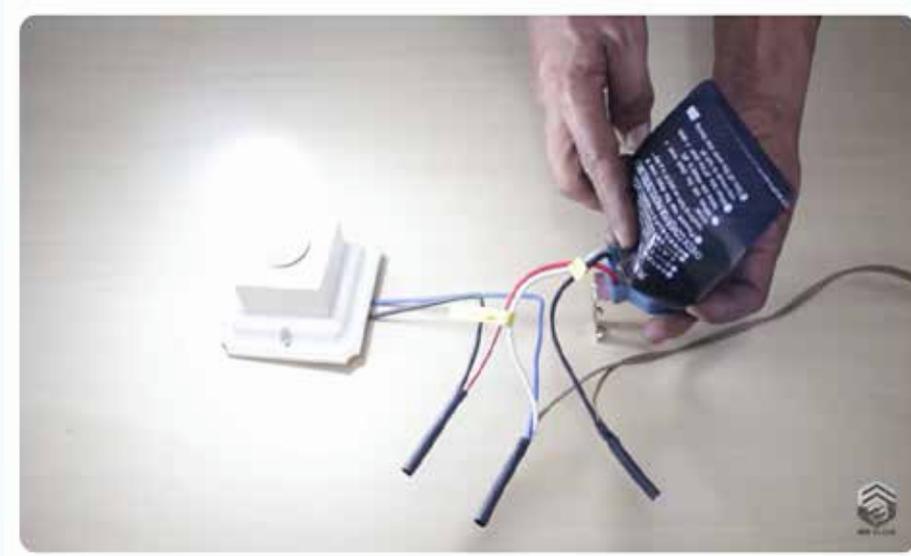
- a. Lampu sensor suara: <https://www.youtube.com/watch?v=gQOWeehti0A>



- b. Lampu sensor gerak: https://youtu.be/jrw1LliZgW0?si=sQssMYA_PJ1TcCRf



- c. Lampu sensor cahaya: <https://youtu.be/SSLvNJPYWMU?si=k77Kwiy0i3kTmZKg>



3. Pendidik memfasilitasi setiap kelompok dalam menganalisis desain yang dibuat.
4. Murid menyusun perencanaan alat dan bahan yang digunakan dalam rangkaian listrik tersebut.



Pertemuan 6 (Rekomendasi Alokasi Waktu: 2 Jam Pelajaran)

Membuat Solusi

5. Kelompok membuat purwarupa menggunakan alat dan bahan yang sebelumnya telah disiapkan (alternatif lain dapat menggunakan simulasi interaktif PhET atau program komputer bagi sekolah yang memiliki fasilitas memadai). Kamu dapat membuat purwarupa sekreatif mungkin, misalnya dengan membuat purwarupa dalam bentuk rumah mini, atau sebagainya. Pendidik menekankan murid untuk memperhatikan potensi bahaya/kerusakan sehingga percobaan relatif aman untuk dilakukan.

Menguji dan Mengevaluasi Solusi

6. Murid difasilitasi pendidik menguji purwarupa yang telah dibuat. Proses pengujian dapat dilakukan dengan bermitra secara langsung dengan teknisi lokal atau tenaga ahli dari luar.
7. Murid mencatat data hasil pengamatan dengan panduan lembar kerja.

Analisis data

8. Murid menganalisis gejala kemagnetan dan kelistrikan dari purwarupa yang dibuat.
9. Murid menafsirkan hasil analisis data percobaan untuk menyimpulkan kelebihan rangkaian listrik jika menggunakan sensor tambahan.
10. Murid menganalisis kendala yang dialami dalam percobaan untuk merancang perbaikan solusi.
11. Untuk kemampuan analisis data lebih lanjut, murid diberikan data simulasi mengenai penggunaan energi listrik rumah tangga yang menggunakan sensor tambahan kemudian menyusun data tersebut ke dalam tabel frekuensi.
12. Murid menghitung nilai rata-rata (*mean*), median, modus, dan jangkauan (*range*) dari data tersebut.



Pertemuan 7 (Rekomendasi Alokasi Waktu: 3 Jam Pelajaran)

MEREFLEKSI (BERKESADARAN, BERMAKNA, DAN MENGGEMBIRAKAN)

Mengomunikasikan dan Mendesain Ulang

1. Setiap kelompok mempresentasikan mengenai:
 - a. Hasil rancangan purwarupa sensor dan desain rangkaian listrik yang telah dibuat beserta cara kerja sensor yang digunakan dalam rangkaian.
 - b. Analisis data hasil percobaan.
 - c. Efektivitas sensor tambahan dan potensi penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.
 - d. Dampak penggunaan desain rangkaian listrik tersebut terhadap aspek kehidupan yang lebih luas.
 - e. Rencana tindak lanjut yang akan dilakukan murid sebagai bentuk kesadaran diri setelah mempelajari materi ini.
2. Dari kegiatan presentasi, kemudian dilakukan diskusi kelas untuk saling memberi umpan balik.
3. Berdasarkan umpan balik, murid melakukan perbaikan terhadap desain yang dirancang.
4. Di akhir pembelajaran, murid melakukan refleksi individu, dapat dipandu dengan pertanyaan berikut ini:

Pertanyaan Refleksi	Jawabanku
Apakah ada tantangan atau kendala yang saya alami ketika mengikuti pembelajaran? Jika ada, apa saja? Bagaimana cara saya mengatasinya?	
Mengapa materi ini penting untuk dipelajari dan bagaimana saya bisa menerapkan konsep ini dalam kehidupan sehari-hari? Bagaimana penerapan tersebut bisa berdampak dalam aspek kehidupan yang lebih luas?	
Apakah ada upaya lain yang dapat saya lakukan untuk mendukung perilaku hemat energi?	

I. ASESMEN PEMBELAJARAN

Berikut asesmen awal, proses, dan akhir untuk setiap aktivitas, bisa dilihat dari tabel berikut.

Aktivitas	Tahapan Asesmen		
	Awal	Proses	Akhir
<p>Aktivitas 1. Pembelajaran IPA (Murid melakukan percobaan sederhana untuk memahami besaran-besaran dalam rangkaian listrik, bagaimana perbedaan rangkaian seri dan paralel serta gejala kemagnetan yang digunakan dalam rangkaian listrik melalui Praktik Saintifik dan Enjinering dengan Pendekatan Inquiry Learning)</p>	<p>Asesmen awal mengenai perubahan bentuk energi dalam perangkat elektronik yang digunakan sehari-hari! (asesmen awal dapat diberikan berupa lembar kerja cetak atau menggunakan <i>platform open source</i> seperti <i>Google Forms, Kahoot,</i> atau sejenisnya)</p>	<p>Asesmen proses melalui kegiatan percobaan membuat rangkaian listrik yang menggunakan komponen magnet</p>	<p>Asesmen akhir tidak dilakukan pada aktivitas ini.</p>

Aktivitas	Tahapan Asesmen		
	Awal	Proses	Akhir
<p>Aktivitas 2. Pembelajaran IPA dan Matematika (Murid menganalisis penggunaan energi listrik sehari-hari serta pengeluaran biaya listrik rumah tangga sehingga memiliki kesadaran bahwa upaya hemat energi listrik juga berdampak pada budaya hemat finansial serta menentukan nilai rata-rata (mean), median, modus, dan jangkauan (range) dari data konsumsi energi listrik yang diperoleh melalui Praktik Saintifik dan Enjinering dengan Pendekatan <i>Inquiry Learning</i>)</p>	<p>Asesmen awal tidak dilakukan pada aktivitas ini.</p>	<p>Asesmen proses melalui pembuatan resume dan penghitungan besar biaya listrik berdasarkan pemanfaatan energi listrik sehari-hari</p>	<p>Asesmen akhir tidak dilakukan pada aktivitas ini.</p>
<p>Aktivitas 3. Pembelajaran IPA dan Matematika (Murid membuat rangkaian listrik sensor lampu hemat energi sebagai inovasi dalam upaya perilaku hemat energi sehingga secara tidak langsung berdampak pada upaya meminimalisasi bahan bakar energi yang tidak dapat diperbaharui dan optimalisasi penggunaan listrik di rumah, serta menerapkan nilai mean, median, modus, dan jangkauan (range) dalam perancangannya melalui Praktik Saintifik dan Enjinering dengan pendekatan <i>Project Based Learning (PjBL)</i>)</p>	<p>Asesmen awal tidak dilakukan pada aktivitas ini.</p>	<p>Asesmen proses dilakukan dalam kegiatan merancang desain rangkaian listrik dan pembuatan purwarupa sensor lampu hemat energi, presentasi hasil percobaan, dan refleksi diri</p>	<p>Asesmen sumatif berupa tes tulis</p>

J. LAMPIRAN

Asesmen Awal

Perubahan Bentuk Energi dalam Perangkat Elektronik

Nama Murid :

Kelas :

Instruksi Isilah tabel di bawah ini berdasarkan bentuk energi asal dan bentuk energi akhir dari masing-masing benda berikut, kamu dapat menambahkan benda lainnya!

Nama Benda	Bentuk Energi Asal	Bentuk Energi Akhir
Lampu		
Air Conditioner (AC)		
Kipas angin		
Komputer/laptop		
Kulkas/lemari pendingin		
Dispenser		
Televisi (TV)		
.....		

Pedoman Penskoran

Skor = (jumlah jawaban benar : jumlah soal)x100

Rencana Tindak Lanjut

Skor < 70: Diberikan penguatan.

Skor ≥ 70: Menjadi tutor sebaya.

*asesmen ini dapat diberikan berupa lembar kerja cetak atau menggunakan *platform open source* seperti *Google Forms*, *Kahoot*, atau sejenisnya.

Lembar Kerja Aktivitas 1

Gejala Kelistrikan dan Gejala Kemagnetan

Nama Kelompok :

Anggota Kelompok : 1.

2.

3.

4.

D Tujuan Kegiatan

1. Menganalisis perbedaan antara rangkaian seri dan paralel
2. Menganalisis hubungan hambatan listrik dengan kuat arus dan tegangan
3. Membuat rangkaian listrik yang menggunakan komponen magnet tambahan kemudian menganalisis gejala kelistrikan dan kemagnetannya.

E Langkah Kegiatan

Bagian 1. Perbedaan Rangkaian Listrik Seri dan Paralel

1. Dengan mengikuti arahan pendidik, amati penerangan lampu di sekitarmu (ruangan kelas, lobi sekolah, atau ruangan lainnya), kemudian tuliskan pertanyaan-pertanyaan yang ada di benakmu berdasarkan pengamatan, diskusikan bersama teman-temanmu, dan catat hasil diskusimu di bawah ini!

Pertanyaan diskusi

.....

.....

.....

.....

.....

Jawaban hasil diskusi

.....

.....

.....

.....

.....

4. Dari berbagai perangkat elektronik yang kamu analisis bentuk energinya di kegiatan awal, atau dari perangkat elektronik yang ada di sekitarmu, adakah yang menggunakan magnet di dalamnya? Apa saja?

.....

.....

.....

.....

.....

Bagian 2. Menganalisis Perbedaan Rangkaian Seri dan Paralel

1. Susunlah baterai, 1 buah lampu dan amperemeter dalam sebuah rangkaian listrik.
2. Ukur kuat arus total pada rangkaian melalui hasil keterbacaan amperemeter. Catat hasil pengukuran pada tabel di bawah ini. Untuk kolom hambatan akan dilengkapi di langkah 4.
3. Lakukan langkah yang sama untuk 2 buah lampu dan 3 buah lampu secara seri dan paralel.

Rangkaian Seri

Jumlah Lampu	Kuat arus (A)	Hambatan (Ω)

Rangkaian Paralel

Jumlah Lampu	Kuat arus (A)	Hambatan (Ω)

Jika lampu merepresentasikan besar hambatan listrik, apa yang dapat kamu simpulkan mengenai hubungan hambatan listrik terhadap kuat arus?

.....

.....

Dengan menggunakan persamaan hukum Ohm ($R = V/I$), hitung besar hambatan total dari setiap rangkaian, dimana V adalah besar tegangan pada baterai dan I adalah kuat arus total yang terukur pada amperemeter. Catat hasilnya dalam tabel pengamatan.

- Berdasarkan kegiatan percobaan dan hasil kajian kelompok, kemukakan kesimpulanmu mengenai perbedaan rangkaian seri dan paralel!

.....

.....

Bagian 3. Membuat Rangkaian Listrik dengan Komponen Magnet Tambahan

- Gambarlah desain rangkaian listrik yang akan dibuat dalam percobaan (sebuah buzzer aktif, 2 buah baterai tipe AA, tempat baterai AA dan sebuah saklar).
- Susunlah rangkaian listrik sesuai desain yang kalian buat.
- Amati apa yang terjadi pada rangkaian tersebut.

.....

.....

4. Jelaskan bagaimana cara kerja buzzer sebagai bel listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

F Pedoman Penskoran

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Menganalisis perbedaan rangkaian listrik seri dan paralel	Dapat menyebutkan empat aspek perbandingan rangkaian listrik dilihat dari: 1. cara pemasangan komponen 2. kuat arus yang mengalir 3. hambatan total rangkaian 4. kelebihan dan kelemahan rangkaian seri dan paralel	Dapat menyebutkan tiga aspek perbandingan rangkaian listrik seri dan paralel dengan tepat	Dapat menyebutkan dua aspek perbandingan rangkaian listrik seri dan paralel dengan tepat	Dapat menyebutkan satu aspek perbandingan rangkaian listrik seri dan paralel dengan tepat
Percobaan membuat rangkaian listrik yang memantapkan gejala kemagnetan	Murid dapat: 1. membuat desain rangkaian bel listrik dengan benar 2. menyusun komponen sesuai desain rangkaian bel listrik 3. mengukur kuat arus dengan benar 4. mengemukakan analisis gejala kemagnetan pada rangkaian bel listrik dengan benar	Murid hanya menunjukkan tiga kriteria	Murid hanya menunjukkan dua kriteria	Murid hanya menunjukkan satu kriteria

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Menganalisis gejala kemagnetan pada perangkat elektronik	Dapat menjelaskan gejala kemagnetan pada perangkat elektronik dilihat dari: 1. komponen-komponen yang digunakan 2. fungsi dari komponen magnet yang digunakan 3. cara kerja 4. pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari	Dapat menyebutkan tiga aspek analisis gejala kemagnetan pada perangkat elektronik dengan tepat	Dapat menyebutkan dua aspek analisis gejala kemagnetan pada perangkat elektronik dengan tepat	Dapat menyebutkan satu aspek analisis gejala kemagnetan pada perangkat elektronik dengan tepat

Perolehan skor = (total skor : 12) x 100

G Rencana Tindak Lanjut

Skor	Rencana Tindak Lanjut
≤75	Pendidik memberikan bimbingan tambahan terkait materi yang belum dikuasai
76-85	Murid dikatakan sudah mencapai kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran; dapat melakukan review mandiri terhadap materi yang masih perlu dikuatkan
86-100	Pendidik mendorong murid untuk menjadi tutor sebaya bagi murid lainnya yang masih membutuhkan penguatan

Lembar Kerja Aktivitas 2

Menganalisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Besar Energi Listrik dan Menghitung Penggunaannya dalam Kehidupan Sehari-Hari, Serta Menentukan Nilai Rata-Rata (*Mean*), Median, Modus, dan Jangkauan (*Range*) dari Data Konsumsi Energi Listrik yang Diperoleh

Nama Kelompok :

Anggota Kelompok : 1.
2.
3.
4.

A Tujuan Kegiatan

1. Menganalisis faktor-faktor penentu besar energi listrik.
2. Menganalisis pemakaian energi listrik dari perangkat elektronik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.
3. Menghitung nilai rata-rata (*mean*), median, modus, dan jangkauan (*range*) dari data konsumsi energi listrik.

B Langkah Kegiatan

Bagian 1. Diskusi kelas mengenai Biaya Listrik Bulanan Rumah Tangga

1. Apakah biaya listrik bulanan antara rumah yang satu sama dengan rumah lainnya?

.....
.....
.....
.....
.....

2. Apa yang menyebabkan biaya listrik setiap rumah berbeda?

.....

.....

.....

3. Apakah kita dapat mengurangi biaya listrik bulanan? Bagaimana caranya?

.....

.....

.....

Bagian 2. Konsumsi Daya dan Durasi Penggunaan Alat Elektronik

Identifikasi daya listrik dari perangkat elektronik yang kalian gunakan dalam kehidupan sehari-hari serta perkiraan durasi penggunaannya ke dalam tabel berikut ini!

Nama Alat Elektronik	Jumlah Alat Elektronik	Daya Listrik (Watt)	Rata-Rata Durasi Penggunaan/Bulan (Jam)
Mesin cuci
Kulkas
Televisi
AC
Lampu
.....

Bagian 3. Membuat Resume tentang Energi Listrik

Petunjuk: Carilah informasi mengenai hubungan antara energi listrik, daya, waktu, kuat arus, hambatan, dan tegangan, serta tarif dasar listrik per kWh untuk penghitungan biaya listrik bulanan. Kamu dapat melakukan kunjungan ke PLN, wawancara dengan teknisi lokal, atau kajian informasi melalui buku dan internet.

Buatlah *resume* dalam bentuk (pilih salah satu):

1. Narasi
2. *Mind map*
3. Gambar ilustratif

Judul Resume	:
Resume	:
<p>.....</p>	

Bagian 4. Menghitung Perkiraan Energi Listrik dan Biaya Listrik Bulanan

Lengkapi data berikut.

Nama Alat Elektronik	Jumlah Alat	Daya Listrik (Watt)	Rata-Rata Durasi Penggunaan/30 hari (Jam)	Energi selama 30 hari (kWh)	Biaya Listrik (Energi selama 30 hari x Rp. 708,-)
Mesin cuci
Kulkas
Televisi
AC
Lampu

Catatan: Energi (kWh) = [Daya (Watt) × Jumlah Alat x Waktu (jam)] ÷ 1000

Solusi apa yang dapat dilakukan untuk menghemat tagihan listrik di rumahmu berdasarkan penggunaan alat elektronik di rumahmu?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Bagian 5. Menghitung Energi Listrik, Biaya Listrik Bulanan, serta Faktor Rata-Rata (Mean), Median, Modus, dan Jangkauan (Range)

Lengkapi data berikut.

Nama Alat Elektronik	Jumlah Alat	Daya Listrik (Watt)	Rata-Rata Durasi Penggunaan/30 hari (Jam)	Energi selama 30 hari (kWh)	Biaya Listrik (Energi selama 30 hari x Rp. 708,-)
Mesin cuci	300	1	12	...	...
Kulkas	450	1	720	...	...
Televisi	200	2	120	...	...
AC	500	2	90	...	...
Lampu	15	6	100	...	...

Catatan: Energi (kWh) = Daya (Watt) × Jumlah Alat x Waktu (jam) ÷ 1000

Berdasarkan data di atas, maka hitunglah:

1. Rata-rata (*mean*), berdasarkan
 - b. Konsumsi daya listrik (Watt)
 - c. Rata-Rata Durasi Penggunaan/30 hari (Jam)
 - d. Energi (kWh)

2. Median
 - c. Konsumsi daya listrik (Watt)
 - d. Rata-Rata Durasi Penggunaan/30 hari (Jam)
 - e. Energi (kWh)
3. Modus
 - d. Konsumsi daya listrik (Watt)
 - e. Rata-Rata Durasi Penggunaan/30 hari (Jam)
 - f. Energi (kWh)
3. Jangkauan (*range*)
 - d. Konsumsi daya listrik (Watt)
 - e. Rata-Rata Durasi Penggunaan/30 hari (Jam)
 - f. Energi (kWh)

C Pedoman Penskoran

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Resume Energi Listrik	Dapat membuat resume hubungan energi listrik dengan daya, waktu, kuat arus, tegangan, dan hambatan listrik, serta penghitungan biaya listrik bulanan dengan benar	Dapat membuat resume hubungan energi listrik dengan daya, waktu, kuat arus, tegangan, dan hambatan listrik, serta penghitungan biaya listrik bulanan tapi kurang tepat	Dapat membuat resume hubungan energi listrik dengan daya, waktu, kuat arus, tegangan, dan hambatan listrik dengan benar, tapi penjelasan penghitungan biaya listrik bulanan kurang tepat	Hanya membuat resume hubungan energi listrik dengan daya, waktu, kuat arus, tegangan, dan hambatan listrik, tapi kurang tepat
Menghitung Energi Listrik dan Biaya Listrik Bulanan	Dapat menghitung energi listrik dan biaya listrik bulanan dengan benar untuk 5 alat yang ada di tabel	Dapat menghitung energi listrik dan biaya listrik bulanan dengan benar untuk 4 alat yang ada di tabel	Dapat menghitung energi listrik dan biaya listrik bulanan dengan benar untuk 3 alat yang ada di tabel	Dapat menghitung energi listrik dan biaya listrik bulanan dengan benar untuk 2 atau 1 alat yang ada di tabel

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Menghitung Rata-rata (<i>Mean</i>), Median, Modus, dan Jangkauan (<i>Range</i>)	Dapat menyelesaikan empat penghitungan (mean, median, modus, dan range) secara tepat	Dapat menyelesaikan tiga penghitungan (mean, median, modus, dan range) secara tepat	Dapat menyelesaikan dua penghitungan (mean, median, modus, dan range) secara tepat	Dapat menyelesaikan maksimal satu penghitungan (mean, median, modus, dan range) secara tepat

Perolehan skor = (total skor : 12) x 100

D Rencana Tindak Lanjut

Skor	Rencana Tindak Lanjut
≤75	Pendidik memberikan bimbingan tambahan terkait materi yang belum dikuasai
76-85	Murid dikatakan sudah mencapai kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran; dapat melakukan review mandiri terhadap materi yang masih perlu dikuatkan
86-100	Pendidik mendorong murid untuk menjadi tutor sebaya bagi murid lainnya yang masih membutuhkan penguatan

Lembar Kerja Aktivitas 3

Merancang Sensor Lampu Hemat Energi Untuk Optimalisasi Penggunaan Listrik di Rumah, Serta Menerapkan Nilai Mean, Median, Modus, dan Jangkauan (Range) Dalam Perancangannya

Nama Kelompok :

Anggota Kelompok : 1.
2.
3.
4.

A Tujuan Kegiatan

1. Menganalisis gejala kelistrikan dan kemagnetan pada rangkaian listrik.
2. Mengidentifikasi berbagai jenis sensor listrik dan manfaatnya dalam efisiensi energi.
3. Merancang purwarupa rangkaian listrik hemat energi dengan komponen tambahan sensor.
4. Menghitung dan menerapkan konsep mean, median, modus, dan jangkauan (range) dalam menganalisis data penggunaan energi.
5. Merefleksikan solusi upaya perilaku hemat energi yang dapat dilakukan dalam kehidupan sehari-hari.

B Langkah Kerja

Bagian 1. Diskusi Kelas berdasarkan Tayangan Video

1. Apa yang akan terjadi jika kita terus-menerus mengonsumsi energi listrik secara berlebihan?

.....
.....
.....

2. Untuk meminimalisasi dampak negatif dari konsumsi energi listrik berlebihan, apa saja upaya yang dapat kita lakukan untuk menghematnya?

.....

.....

.....

.....

.....

3. Adakah inovasi yang dapat kita ciptakan untuk mendukung perilaku budaya hemat energi listrik?

.....

.....

.....

.....

.....

Bagian 2. Mengkaji informasi dan Presentasi tentang Sensor

Secara berkelompok lakukan pencarian informasi tentang berbagai jenis sensor listrik (cahaya, gerak, tekanan, temperatur, suara, dsb).

1. Buatlah ringkasan informasi sensor yang dikaji:
 - a. Bentuk fisik sensor
 - b. Cara kerja
 - c. Pemasangan dalam rangkaian
 - d. Manfaat penggunaan sensor

Jenis Sensor	Bentuk Fisik	Cara Kerja	Pemasangan	Manfaat
...

2. Sajikan hasilnya dalam bentuk **presentasi**. Media presentasi dapat menggunakan aplikasi *Canva*, *PowerPoint*, *Google Slide* atau poster.

Bagian 2. Diskusi Awal Perencanaan Proyek

Berdasarkan hasil kajian, rumuskan pertanyaan proyek berikut secara mandiri dalam kelompok:

No	Pertanyaan Proyek	Jawaban Awal
1	Apa yang perlu dilakukan dalam membuat rangkaian listrik sehingga menghasilkan lampu hemat energi?	.....
2	Komponen apa saja yang digunakan?	.....
3	Apakah terdapat gejala kemagnetan yang bekerja pada rangkaian tersebut?	.....

Bagian 3. Membuat Desain Rangkaian Listrik Hemat Energi

1. Buatlah sketsa desain rangkaian listrik di bawah ini atau di lembar terpisah:

Sketsa Desain Rangkaian:

(dapat dilampirkan dalam bentuk gambar manual/digital)

2. Catat alat dan bahan yang digunakan:

No	Alat/Bahan	Fungsi
1
2
3

Bagian 4. Eksperimen dan Uji Coba

Lakukan pengujian terhadap purwarupa yang telah dibuat. Proses pengujian dapat dilakukan dengan bermitra secara langsung dengan teknisi lokal atau tenaga ahli dari luar. Catat hasil pengamatannya menggunakan tabel berikut.

No	Variabel	Data Pengamatan	Keterangan
1	Waktu aktif sensor	.....	.....
2	Respon sensor terhadap kondisi lingkungan	.....	.....

1. Analisis cara kerja dari purwarupa yang dibuat!

.....

.....

.....

2. Buatlah kesimpulan hasil percobaan yang kamu lakukan!

.....

.....

.....

3. Apakah kamu merekomendasikan purwarupa tersebut untuk diterapkan dalam kehidupan sehari-hari? Mengapa?

.....

.....

.....

4. Adakah kelemahan atau kendala dari purwarupa tersebut? Jika iya, jelaskan!

.....

.....

.....

2. Solusi apa yang dapat kamu sarankan untuk memperbaiki purwarupa yang telah kamu buat? Buat ulang desain perbaikan berdasarkan temuanmu dan saran dari pendidik atau teman-temanmu!

.....

.....

.....

Bagian 5. Analisis Data (Matematika)

Gunakan **data simulasi berikut** (dapat disesuaikan oleh pendidik):

No	Konsumsi Energi (Wh) per Hari
1	115
2	120
3	110
4	130
5	115
6	125
7	120

Tugas:

1. Buat tabel frekuensi dari data di atas.
2. Hitung nilai:
 - a. Rata-rata (*Mean*) :
 - b. Median :
 - c. Modus :
 - d. Jangkauan (*Range*) :

Bagian 6. Presentasi Kelompok

Presentasikan hasil desain dan analisis kelompokmu. Sertakan:

1. Hasil rancangan purwarupa sensor dan desain rangkaian listrik yang telah dibuat beserta analisis gejala kemagnetan dan kelistrikan yang digunakan dalam rangkaian.
2. Analisis data hasil percobaan.
3. Efektivitas sensor tambahan dan potensi penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.
4. Dampak penggunaan desain rangkaian listrik tersebut terhadap aspek kehidupan yang lebih luas.
5. Perbaiki desain rangkaian listrik berdasarkan analisis kendala dan kelemahan yang ditemui saat percobaan
6. Rencana tindak lanjut yang akan dilakukan dalam kehidupan sehari-hari setelah mempelajari materi ini.

C Rubrik Asesmen

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Mengidentifikasi masalah dan mengajukan pertanyaan relevan	Berdasarkan pengamatan video/gambar yang dilakukan pada bagian 1, murid dapat mengidentifikasi masalah dan mengajukan pertanyaan relevan serta terlibat aktif dalam diskusi kelas	Murid dapat mengidentifikasi masalah dan mengajukan pertanyaan relevan tapi pasif dalam diskusi kelas	Murid hanya dapat mengidentifikasi masalah, atau hanya dapat mengajukan pertanyaan, dan pasif dalam diskusi kelas	Murid tidak dapat mengidentifikasi masalah dan tidak dapat mengajukan pertanyaan, hanya terlibat pasif dalam diskusi kelas
Desain Rangkaian	<p>4. Desain sesuai dengan masalah yang ingin dipecahkan (merancang rangkaian lampu hemat energi)</p> <p>5. Lengkap dengan komponen yang dibutuhkan</p> <p>6. menggunakan simbol-simbol komponen listrik</p> <p>7. desain dapat dibaca dengan mudah</p>	Hanya menunjukkan 3 dari 4 kriteria	Hanya menunjukkan 2 dari 4 kriteria	Hanya menunjukkan 1 dari 4 kriteria
Pemahaman Sensor	<p>Mampu menjelaskan:</p> <p>1. Bentuk fisik sensor</p> <p>2. Cara kerja</p> <p>3. Pemasangan dalam rangkaian</p> <p>4. Manfaat penggunaan sensor</p>	Hanya menjelaskan 3 kriteria	Hanya menjelaskan 2 kriteria	Hanya menjelaskan 1 kriteria
Membuat Proyek Sensor Hemat Energi	1. Menyusun rangkaian sesuai desain yang dibuat sebelumnya	Hanya menjelaskan 3 kriteria	Hanya menjelaskan 2 kriteria	Hanya menjelaskan 1 kriteria

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
	2. Terampil menggunakan alat dan bahan secara aman dan efektif 3. Menguji rangkaian listrik dengan benar 4. Tampilan purwarupa rapi dan terhindar dari potensi bahaya/rusak			
Presentasi (analisis hasil percobaan)	Menyampaikan dengan jelas: 1. Skema/desain rangkaian. 2. Analisis cara kerja rangkaian yang dibuat. 3. Simpulan penggunaan sensor (kesesuaian dengan tujuan hemat energi). 4. Analisis kendala atau kelemahan, serta desain perbaikan yang direkomendasikan	Hanya menjelaskan 3 kriteria	Hanya menjelaskan 2 kriteria	Hanya menjelaskan 1 kriteria
Pengolahan Data <i>Mean</i> , Median, Modus, dan Jangkauan (<i>Range</i>)	Semua analisis benar	Ada 1-2 kesalahan minor	Banyak kesalahan	Tidak menghitung

Perolehan skor = (total skor : 20) x 100

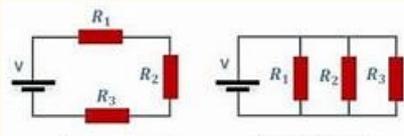
D Rencana Tindak Lanjut

Skor	Rencana Tindak Lanjut
≤75	Pendidik memberikan bimbingan tambahan terkait materi yang belum dikuasai
76-85	Murid dikatakan sudah mencapai kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran; dapat melakukan review mandiri terhadap materi yang masih perlu dikuatkan
86-100	Pendidik mendorong murid untuk menjadi tutor sebaya bagi murid lainnya yang masih membutuhkan penguatan

Asesmen Sumatif

Merancang Sensor Lampu Hemat Energi Untuk Optimalisasi Penggunaan Listrik Di Rumah

Pertanyaan	Jawaban	Skor
IPA (Gejala Kelistrikan dan Kemagnetan)		
Berikut soal IPA untuk nomor 1 - 5.		
<p>Jelaskan hubungan antara hambatan listrik, tegangan, dan kuat arus!</p> <p>Berdasarkan hal tersebut, apa yang terjadi pada nyala lampu jika kamu menambahkan lampu secara seri? Jelaskan alasanmu!</p>	<ul style="list-style-type: none"> $R = V/I$ R: hambatan listrik V: tegangan listrik I: Kuat arus listrik Nyala lampu akan menjadi lebih redup Alasan: semakin banyak lampu, semakin besar hambatan, semakin kecil kuat arus, karena hambatan berbanding terbalik dengan kuat arus 	<p>Kriteria:</p> <p>3: menjawab 3 kriteria dengan benar</p> <p>2: menjawab 2 kriteria dengan benar</p> <p>1: hanya menjawab 1 kriteria dengan benar</p> <p>Skor maksimal: 3</p>

Pertanyaan	Jawaban	Skor
Jelaskan perbedaan antara rangkaian listrik seri dan paralel! Buatlah gambar contoh rangkaian listrik seri dan paralel	<ul style="list-style-type: none"> Rangkaian seri adalah rangkaian listrik dimana semua komponen disusun secara berurutan sehingga arus listrik hanya memiliki satu jalur untuk mengalir. Rangkaian paralel adalah rangkaian listrik dimana komponen-komponen disusun sejajar satu sama lain, sehingga arus listrik memiliki beberapa jalur yang berbeda untuk mengalir. Contoh gambar rangkaian seri dan paralel: 	<p>Kriteria:</p> <p>4 : menjelaskan rangkaian seri, menjelaskan rangkaian paralel, membuat gambar rangkaian seri, membuat gambar rangkaian paralel dengan benar</p> <p>3: hanya 3 kriteria yang benar</p> <p>2: hanya 2 kriteria yang benar</p> <p>1: hanya 1 kriteria yang benar</p> <p>Skor maksimal: 4</p>
Sebutkan 2 contoh alat elektronik yang menggunakan magnet yang kamu gunakan dalam kehidupan sehari-hari dan jelaskan cara kerjanya!	<ul style="list-style-type: none"> Contoh: Speaker <p>Cara kerja: Ketika arus listrik berubah dalam kumparan di dalam speaker, medan magnet berubah, sehingga menyebabkan diafragma bergerak dan menghasilkan gelombang suara</p> <p>Catatan: Murid dapat menjawab alat lain selain speaker selama sesuai konteks dan tepat cara kerjanya</p>	<p>Kriteria:</p> <p>2: menyebutkan alat dan cara kerjanya dengan benar</p> <p>1: hanya menyebutkan salah satu dengan benar</p> <p>Skor maksimal: 2</p>
Sebuah kamar menyalakan sebuah lampu 20 watt selama 5 jam setiap harinya, selain itu terdapat lemari pendingin 150 watt yang dipakai sepanjang hari,	<p>Lampu: $1 \times 20 \text{ watt} \times 5 \text{ jam} = 100 \text{ Wh}$</p> <p>Lemari pendingin: $1 \times 150 \times 24 \text{ jam} = 3600 \text{ Wh}$</p> <p>TV: $1 \times 75 \text{ watt} \times 4 \text{ jam} = 300 \text{ Wh}$</p>	<p>Kriteria:</p> <p>3: mencantumkan cara penyelesaian, hasil penghitungan, dan satuan dengan benar</p>

Pertanyaan	Jawaban	Skor
<p>dan terdapat sebuah televisi 75 watt yang rata-rata dinyalakan selama 4 jam setiap harinya, berapakah pemakaian energi listrik kamar tersebut selama 30 hari?</p>	<p>Total per hari = 4000 Wh Total selama 30 hari = 4000 Wh x 30 hari = 120000 Wh</p>	<p>2: mencantumkan 2 kriteria dengan benar 1: mencantumkan 1 kriteria dengan benar</p> <p>Skor maksimal: 3</p>
<p>Apa yang akan terjadi jika kita terus-menerus mengonsumsi energi listrik secara berlebihan? Sebutkan 3 upaya yang dapat kita lakukan untuk menghemat energi listrik?</p>	<p>Jika kita terus menerus mengonsumsi energi listrik secara berlebihan, maka secara dampak jangka panjang akan berpengaruh pada pemanasan global, selain itu pemanfaatan batu bara sebagai bahan bakar pembangkit energi listrik akan merusak lingkungan dan suatu saat akan habis.</p> <p>Yang dapat kita lakukan untuk menghemat energi listrik adalah dengan menggunakan listrik sesuai penggunaan (tidak menggunakannya di luar waktu penggunaan), menggunakan perangkat elektronik yang berdaya listrik rendah, menggunakan perangkat elektronik yang memanfaatkan sensor untuk menghemat penggunaannya, serta menggunakan alat elektronik yang menggunakan sumber energi ramah lingkungan dan sumber energi yang dapat diperbaharui.</p>	<p>Kriteria:</p> <p>4: menjawab dampak konsumsi energi listrik berlebihan dan 3 upaya untuk menghemat energi listrik dengan benar 3: hanya menjawab 3 kriteria dengan benar 2: hanya menjawab 2 kriteria dengan benar 1: hanya menjawab 1 kriteria dengan benar</p> <p>Skor maksimal: 4</p>

Pertanyaan	Jawaban	Skor
MATEMATIKA (Mean, Median, Modus, dan Jangkauan (Range))		
Berikut soal matematika untuk nomor 6 - 9.		

Diberikan data Konsumsi Energi (Wh) per Hari selama 10 hari, sebagai berikut.

No	Konsumsi Energi (Wh) per Hari
1	150
2	155
3	160
4	150
5	145
6	150
7	160
8	165
9	155
10	160

Berdasarkan data tersebut, berikut pertanyaan, jawaban, kriteria, dan skor dalam bentuk tabel.

Tentukan rerata (*mean*) dari 10 hari penggunaan konsumsi energi yang ada dalam tabel tersebut?

$$\text{Rerata (Mean)} = \frac{\text{Jumlah Data}}{\text{Banyaknya Data}}$$

Banyak Data

$$\begin{aligned} & \frac{150+155+160+150+145+150+160+165+155+160}{10} \\ & = \frac{1550}{10} \\ & = 155 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Kriteria:

Menuliskan rumus dan langkah yang benar (1)

Menjumlahkan data dengan benar (1)

Menentukan hasil akhir tepat (1)

Skor maksimal: 3

Pertanyaan	Jawaban	Skor
Tentukan median dari 10 hari penggunaan konsumsi energi yang ada dalam tabel tersebut?	Berdasarkan data tersebut, maka urutan data dari terkecil ke terbesar adalah: 145, 150, 150, 150, 155, 155, 160, 160, 160, 165 Banyaknya data 10, mediannya data ke-5 dan data ke-6: 155 dan 155, sehingga $\text{Median} = \frac{155+155}{2}$ $= \frac{310}{2}$ $= 155 \text{ Wh}$	Kriteria: Mengurutkan data dengan benar (1) Menentukan posisi data ke-5 dan ke-6 dengan tepat (1) Hasil median benar (1) Skor maksimal: 3
Tentukan modus dari 10 hari penggunaan konsumsi energi yang ada dalam tabel tersebut?	Berdasarkan data tersebut, data yang sering muncul adalah 150 (3 Kali) dan 160 (3 Kali), sehingga Modusnya adalah 150 dan 160 (data bimodal)	Kriteria: Mengidentifikasi frekuensi dengan benar (1) Menyebutkan semua nilai modus yang tepat (1) Skor maksimal: 2
Tentukan jangkauan (<i>range</i>) dari 10 hari penggunaan konsumsi energi yang ada dalam tabel tersebut?	Berdasarkan data tersebut, data terbesar adalah 165 dan data terkecil adalah 145, sehingga Jangkauan = Data terbesar - Data terkecil $= 165 - 145$ $= 20 \text{ Wh}$	Kriteria: Menentukan nilai maksimum dan minimum dengan benar (1) Menghitung selisih dengan benar (1) Skor maksimal: 2

Pedoman Penskoran

1. Penskoran untuk IPA

Nilai akhir = $\frac{\text{skor perolehan}}{\text{skor maksimal}} \times 100$

Skor	Rencana Tindak Lanjut
≤75	Pendidik memberikan bimbingan tambahan terkait materi yang belum dikuasai
76-85	Murid dikatakan sudah mencapai kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran; dapat melakukan review mandiri terhadap materi yang masih perlu dikuatkan
86-100	Pendidik mendorong murid untuk menjadi tutor sebaya bagi murid lainnya yang masih membutuhkan penguatan

2. Penskoran untuk Matematika

$$\text{Nilai akhir} = \frac{\text{skor perolehan}}{10} \times 100$$

Skor	Rencana Tindak Lanjut
≤75	Diberikan pengayaan berupa soal dengan data lebih kompleks (misalnya data konsumsi energi selama 15 hari, melibatkan pecahan/desimal).
< 75	Remedial dengan bimbingan langkah-langkah dasar menghitung mean, median, modus, dan range. Latihan dengan data yang lebih sederhana (5-6 angka) agar murid memahami konsep dasar.



Contoh Perencanaan Pembelajaran SMA

Jejak Kritis Spesies di Tengah Krisis Iklim

Misi menyelamatkan tumbuhan untuk keberlangsungan ekosistem yang lebih baik di masa depan.

1. IDENTITAS

Mata Pelajaran : Biologi dan Matematika Tingkat Lanjut

Fase/Kelas : F/XII

Alokasi Waktu : 6 Pertemuan

2. IDENTIFIKASI

Dimensi Profil Lulusan : Penalaran kritis

: Kreativitas

: Kolaborasi

: Kemandirian

: Komunikasi

3. DESAIN PEMBELAJARAN

Topik : Jejak kritis spesies di tengah krisis iklim
Konten Masalah, Kriteria dan Batasan

Konten Masalah : Perubahan iklim global yang ditandai oleh peningkatan suhu rata-rata, perubahan pola curah hujan, kenaikan permukaan air laut, serta meningkatnya frekuensi kejadian cuaca ekstrem menimbulkan dampak signifikan terhadap habitat alami berbagai organisme. Perubahan kondisi lingkungan ini secara langsung mengganggu kestabilan ekosistem, memengaruhi fungsi fisiologis dan perilaku spesies. Gangguan tersebut tidak hanya memaksa organisme untuk mengubah strategi adaptasi, tetapi menjadi salah satu faktor tekanan seleksi alam yang dapat memengaruhi mekanisme evolusi. Dalam jangka panjang, tekanan ini turut menentukan kelangsungan hidup dan distribusi spesies di berbagai wilayah.

Kriteria :

- Menginterpretasi data perubahan faktor lingkungan yang mempengaruhi proyeksi kepunahan spesies tertentu.
- Membuat purwarupa habitat adaptif spesies tertentu dengan memperhatikan kriteria habitat ideal.
- Mengembangkan media kampanye (cetak maupun non-cetak) untuk mengomunikasikan dampak perubahan iklim terhadap kelangsungan hidup spesies tertentu dan upaya pencegahan kepunahan spesies.

Batasan :

- Spesies yang menjadi objek analisis dalam kegiatan ini adalah spesies endemik Indonesia yang terancam punah berdasarkan data IUCN Red List dengan kategori: (1) *Near Threatened*, hampir terancam punah; perlu pemantauan; (2) *Vulnerable*, rentan terhadap kepunahan dalam waktu dekat ; (3) *Endangered*, terancam punah; populasi menurun signifikan; (4) *Critically Endangered*, sangat terancam punah; risiko kepunahan ekstrem ; (5) *Extinct in the Wild*, punah di alam liar; hanya bertahan di penangkaran.
- Faktor abiotik yang memengaruhi perubahan iklim yang dianalisis adalah suhu permukaan udara (*surface air temperature*), yaitu suhu udara yang diukur sekitar 1,5-2 meter di atas permukaan tanah. Faktor abiotik ini merupakan salah satu indikator yang paling konsisten dan digunakan secara global untuk mengidentifikasi perubahan iklim.
- Purwarupa habitat adaptif yang dibuat dalam proyek ini merupakan rancangan dari simulasi iklim mikro melalui pengaturan suhu permukaan air yang mendukung kelangsungan hidup spesies tertentu. Purwarupa ini dibuat menggunakan material lokal atau daur ulang dengan meminimalkan produksi limbah.

4. TUJUAN PEMBELAJARAN

Biologi:

- Mengaitkan mekanisme evolusi dengan terjadinya keanekaragaman dan kelangsungan hidup organisme.
- Mengaitkan dampak perubahan iklim terhadap proses evolusi dan penyebaran makhluk hidup.
- Mengomunikasikan hasil analisis dampak perubahan iklim terhadap kelangsungan hidup organisme.

Matematika:

- Menyelesaikan permasalahan kontekstual dengan menggunakan distribusi normal
- Mengomunikasikan hasil perhitungan dari pemecahan masalah kontekstual

Kompetensi awal (prasyarat):

Biologi: Murid mampu: (1) Menganalisis tingkat keanekaragaman makhluk hidup pada lingkungan sekitar dan mengevaluasi efektivitas upaya pelestariannya; (2) Menganalisis berbagai perubahan lingkungan yang berkontribusi pada perubahan iklim; (3) Menjelaskan proses adaptasi dan seleksi alam sebagai proses evolusi adaptif.

Keterangan:

- Kompetensi awal 1 and 2 telah dipelajari pada Fase E
- Kompetensi awal 3 telah dipelajari pada pertemuan sebelumnya

Matematika: Memahami konsep distribusi normal

5. ANALISIS STEM

Deskripsi Integrasi STEM

Sains	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menganalisis mekanisme Evolusi (Seleksi Alam); Spesiasi dan Adaptasi 2. Mengaitkan dampak perubahan iklim terhadap mekanisme evolusi makhluk hidup 3. Menganalisis penyebab kepunahan Bramble Cay Melomy
--------------	---

Teknologi	<ol style="list-style-type: none"> 4. Menggunakan NASA Earth Data untuk memetakan perubahan suhu dari waktu ke waktu. 5. Membuat media kampanye terkait dampak perubahan iklim terhadap kelangsungan hidup spesies dan upaya pencegahan kepunahan spesies.
Enjineering	Membuat purwarupa habitat adaptif untuk spesies tertentu yang terancam punah (berdasarkan data IUCN Red List)
Matematika	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menginterpretasi data perubahan suhu tentang habitat adaptif spesies dari waktu ke waktu 2. Mengaitkan hubungan perubahan suhu dengan jumlah spesies tertentu dari waktu ke waktu 3. Menghitung proyeksi jumlah spesies punah berdasarkan skenario perubahan suhu dan total spesies global (penerapan distribusi normal)

6. DESAIN PEMBELAJARAN

Pemelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning/PjBL*) dan *Design Thinking*

1. Menentukan pertanyaan esensial/*Empathize dan Define* (pertemuan 1 dan 2)
2. Mendesain perencanaan proyek/*Ideate* (pertemuan 3)
3. Menyusun jadwal/*Ideate* (pertemuan 4)
4. Merancang purwarupa/*Prototype* (pertemuan 4 dan diluar jam pelajaran)
5. Membuat dan menguji purwarupa/*Prototype dan Test* (pertemuan 5)
6. Evaluasi dan refleksi/*Test* (pertemuan 6)

Kemitraan

1. Kolaborasi guru Biologi, guru Matematika dan guru Geografi:
 - Guru Biologi dan guru Matematika melakukan kegiatan proyek
 - Guru Geografi sebagai kolaborator dalam penguatan konsep terkait iklim dan dampaknya terhadap kelangsungan hidup organisme pada saat merancang perencanaan pembelajaran.
2. Petugas BMKG Daerah setempat: kolaborator dalam penguatan data perubahan iklim regional melalui diskusi daring atau luring.

3. UNESCO ASPNet for Climate Change Education: kolaborator proyek berbasis pendidikan perubahan iklim melalui diskusi daring dan sesi berbagi praktik baik (mitra ini dapat diganti dengan jejaring komunitas dengan fokus aktivitas pada perubahan iklim). Kunjungi tautan berikut untuk informasi lebih lanjut: UNESCO Associated Schools Network | UNESCO (<https://www.unesco.org/en/aspnet>)

Lingkungan Pembelajaran

- Memberikan kesempatan kepada murid untuk berdiskusi secara berkelompok maupun klasikal, membuat purwarupa serta membuat media kampanye dalam ruang kelas.
- Memberikan kesempatan kepada murid untuk berdiskusi dengan para ahli (BMKG) dan sekolah jejaring UNESCO ASPNet pada *platform daring*.

Pemanfaatan Digital

- Video kepunahan *Bramble Cay Melomy* (bit.ly/videobramblecay)
- Penurunan populasi Badak Jawa (bit.ly/populasibadakjawa)
- NASA Worldview (<https://worldview.earthdata.nasa.gov/>)
- Aplikasi pengolahan data (Ms. Excel, google spreadsheet dan lain sebagainya)
- Aplikasi pengembangan media kampanye digital (Canva, Ms. Powerpoint dan lain sebagainya)
- *Platform* asesmen digital (quizizz, kahoot dan lain sebagainya)



7. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN:



Pertemuan ke-1



Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran:

Mengidentifikasi dampak perubahan lingkungan terhadap kelangsungan hidup organisme secara ilmiah, melakukan refleksi tertulis dan analisis studi kasus spesies yang terancam punah.

Pengalaman belajar Memahami (Prinsip Berkesadaran)

1. Secara individual, murid mengikuti asesmen awal (lampiran 1 <https://bit.ly/LembarKuisTesPengetahuanAwal>) yang dilaksanakan menggunakan platform asesmen (quizizz, kahoot, dan lain sebagainya), untuk mengetahui pemahaman awal murid tentang evolusi dan perubahan iklim. Hasil asesmen awal merupakan dasar pembagian kelompok. Murid dengan skor tertinggi akan menjadi ketua kelompok, dan distribusi anggota kelompok dilakukan secara heterogen berdasarkan hasil asesmen awal, sedangkan bagi murid dengan skor rendah dilakukan pendampingan, baik oleh pendidik maupun *peer teaching* di dalam kelompok.
2. Secara berkelompok, murid melakukan penelusuran informasi dalam mengonstruksi pengetahuan dan pemahamannya terkait mekanisme evolusi (seleksi alam dan adaptasi).
3. Secara berkelompok, murid menyaksikan video kepunahan *Bramble Cay Melomy* (lampiran 2: Studi kasus 1) sebagai spesies pertama yang dinyatakan punah akibat perubahan iklim. Mereka menyusun refleksi tertulis melalui studi kasus dalam mengungkap faktor utama penyebab kepunahan spesies tersebut pada lembar kerja yang disediakan pendidik.
4. Murid mengidentifikasi permasalahan pokok yang menjadi penyebab utama kepunahan organisme dalam kaitannya dengan mekanisme evolusi dalam bentuk pertanyaan berdasarkan hasil studi kasus 1 (permasalahan pokok ini setidaknya mengungkap kata kunci evolusi dan perubahan iklim).

5. Setiap kelompok mempresentasikan hasil rumusan mereka dalam sesi berbagi di kelas. Dalam kegiatan ini, murid saling bertukar hasil analisis kasus untuk mengungkap berbagai sudut pandang terkait dampak perubahan iklim terhadap kepunahan *Bramble Cay Melomy* dan saling memberikan tanggapan.
6. Pada akhir pembelajaran, murid merefleksikan pengalaman belajar secara individual terkait hal-hal yang sudah dipahami dan hal-hal yang ingin dipelajari lebih lanjut.



Pertemuan ke-2



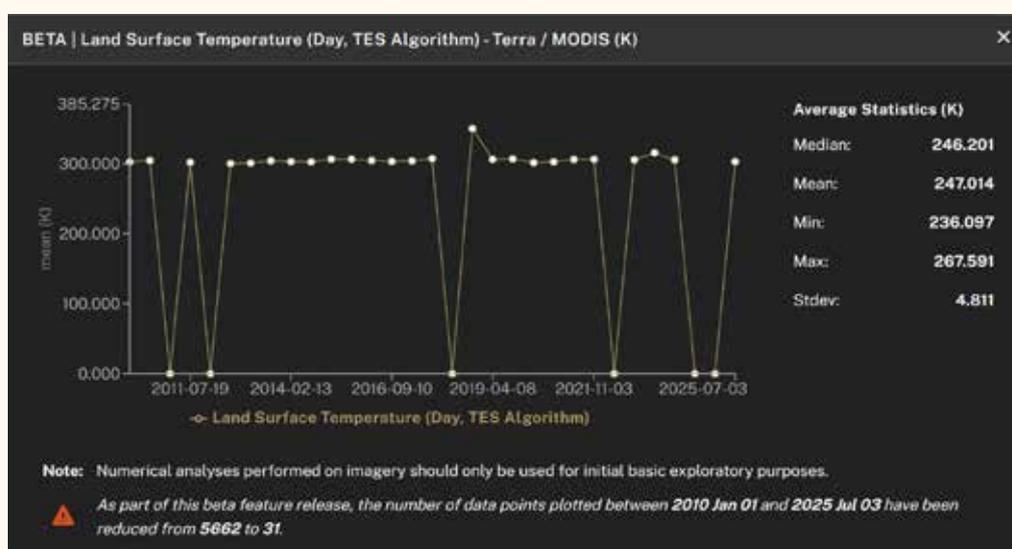
Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran:

Menjelaskan dampak perubahan suhu terhadap kelangsungan hidup organisme secara ilmiah, melakukan refleksi tertulis dan analisis studi kasus spesies yang terancam punah.

Pengalaman belajar Memahami (Prinsip Berkesadaran dan Bermakna)

1. Pendidik memantik diskusi murid dengan mengajukan pertanyaan tentang pengaruh perubahan iklim terhadap kepunahan organisme:
 - Bagaimana perubahan iklim dapat mengganggu keseimbangan ekosistem yang mendukung kelangsungan hidup spesies tertentu? - *alternatif pertanyaan konseptual*
 - Bagaimana kenaikan suhu global dan perubahan pola curah hujan bisa memengaruhi reproduksi, migrasi, atau kelangsungan hidup spesies? - *alternatif pertanyaan berbasis analisis*
2. Pendidik mengarahkan murid merefleksikan pemahamannya terkait pentingnya mitigasi perubahan iklim melalui pertanyaan investigatif berikut: **Bagaimana kita bisa memprediksi spesies mana yang kemungkinan besar akan terdampak parah oleh perubahan iklim di masa depan?**
3. Melalui diskusi kelompok, murid merumuskan hipotesis atas pertanyaan investigatif tersebut sebagai dasar pengembangan rencana proyek kelompok. Pendidik mendorong pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem sebagai daya dukung alam terhadap kelangsungan hidup organisme.

4. Melalui diskusi kelas, pendidik mengarahkan murid melakukan rangkaian aktivitas investigatif dalam menjawab pertanyaan tersebut melalui langkah berikut:
 - e Memperkenalkan aplikasi pemetaan global, NASA Worldview, secara berkelompok, murid melakukan eksplorasi NASA Worldview di link <https://worldview.earthdata.nasa.gov/> dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - Pengenalan fitur dasar, yaitu Visualisasi Data Satelit, Citra Satelit Historis, dan Lapisan Data
 - Praktik analisis data sederhana dengan objek pengamatan habitat Badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus*) di Taman Nasional Ujung Kulon (lampiran 2: Studi kasus 2), pada periode tahun 2010 sampai dengan tahun 2025 pada lapisan data *Air Surface Temperature* (suhu permukaan udara). Data yang diperoleh pada aktivitas ini adalah sebagai berikut:



Grafik perubahan rata-rata suhu permukaan udara

(sumber: worldview.earthdata.nasa.gov/)

Catatan: tampilan data dapat berubah sewaktu-waktu

- f Murid melakukan analisis data kualitatif terhadap grafik penurunan populasi Badak Jawa untuk mengidentifikasi faktor penyebab penurunan populasi spesies tersebut. Kemudian murid melakukan analisis data kuantitatif terhadap grafik perubahan rata-rata suhu permukaan udara pada periode tahun 2010 s.d 2025 yang telah diperoleh dari data Nasa Worldview dan masukkan data tersebut ke dalam tabel yang tersedia (lampiran 2: studi kasus 2).
- g Murid melakukan penelusuran informasi tentang suhu toleransi hidup Badak Jawa. Berdasarkan data tersebut, murid merumuskan perubahan suhu permukaan udara dalam kurun waktu 20 tahun kedepan dengan melakukan perhitungan: (1) Rata-rata suhu periode tahun 2010 s.d 2025 perubahan suhu; (2) Standar deviasi () suhu periode tahun 2010 s.d 2025.

- h Berdasarkan perhitungan tersebut, murid menuliskan interpretasi hubungan standar deviasi perubahan suhu pada lembar kerja studi kasus 2, Secara berkelompok, murid mengevaluasi permasalahan pokok yang telah dirumuskan.
 - i Setiap kelompok mempresentasikan hasil rumusan mereka dalam sesi berbagi di kelas. Dalam kegiatan ini, murid menjelaskan interpretasi dari hubungan standar deviasi antara perubahan suhu dan penurunan populasi, kemudian pendidik memberikan penguatan.
10. Murid secara berkelompok menentukan jenis spesies tertentu yang terancam punah (berdasarkan data IUCN Red List), yang akan dijadikan obyek pengembangan proyek permasalahan terkait peluang kepunahan spesies.



Pertemuan ke-3



Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran:

Menjelaskan dampak perubahan suhu terhadap kelangsungan hidup organisme secara ilmiah, melakukan refleksi tertulis dan analisis studi kasus spesies yang terancam punah.

Pengalaman belajar Memahami (Prinsip Berkesadaran dan Bermakna)

Murid berpartisipasi dalam diskusi daring dengan petugas BMKG dan sekolah jejaring UNESCO ASPNet terkait pendidikan perubahan iklim.

11. Pra-Diskusi Daring:

- Pendidik melakukan koordinasi dengan mitra terkait, yaitu BMKG daerah setempat dan koordinator jejaring UNESCO ASPNet. Koordinasi dapat dilakukan melalui Komisi Nasional Indonesia untuk UNESCO (KNIU) melalui halaman berikut: <https://kniu.kemdikbud.go.id>
- Murid dalam kelompok mendiskusikan pertanyaan - pertanyaan atau informasi apa saja yang akan digali dari nara sumber.

12. Diskusi Daring: dilaksanakan melalui 3 (tiga) kegiatan utama berikut:

- a Pembukaan dan perkenalan

- b Sesi pemaparan dari petugas BMKG daerah yang dilanjutkan dengan sesi berbagi dari mitra terkait dampak perubahan iklim terhadap kelangsungan hidup organisme (melalui penguatan SDG's, atau Tujuan Pembangunan Berkelanjutan, khususnya target pada poin 13, yaitu Penanganan Perubahan Iklim) dan aplikasinya dalam bentuk aksi nyata berbasis proyek yang dapat dilakukan oleh murid.
 - c Sesi tanya jawab
 - d Penutupan dan Tindak Lanjut kegiatan diskusi
5. Pasca-Diskusi Daring:
- a Pendidik mengarahkan murid untuk menyusun rangkuman kegiatan diskusi bersama mitra belajar.
 - b Murid secara berkelompok menyusun rencana proyek dengan mempertimbangkan hal-hal penting yang diperoleh dari diskusi bersama mitra (termasuk hal yang bersifat teknis terkait pelaksanaan proyek).



Pertemuan ke-4



Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran:

- Menyusun jadwal proyek
- Menghitung peluang perubahan suhu permukaan tanah yang memengaruhi proyeksi kepunahan spesies tertentu dengan menggunakan distribusi normal berdasarkan interpretasi perubahan suhu dari waktu ke waktu.
- Membuat rancangan purwarupa habitat adaptif bagi spesies tertentu.

Pengalaman belajar Mengaplikasi (Prinsip Berkesadaran, Bermakna dan Menggembirakan)

1. Dalam diskusi kelas, murid merumuskan informasi yang diperoleh dari pertemuan diskusi secara daring dengan petugas BMKG atau sekolah jejaring UNESCO ASPNet. Hal-hal apa saja yang diperoleh untuk mendukung perencanaan dan pelaksanaan proyek.

2. Murid secara berkelompok menyusun linimasa pengerjaan proyek dan pembagian tugas (lampiran 3).
3. Murid melaksanakan proyek sesuai rencana dengan pengawasan pendidik. Proyek ini dilakukan sesuai dengan langkah-langkah pada LK 2 (studi kasus 2) yang meliputi langkah berikut:
 - a. Menganalisis peluang perubahan suhu yang memengaruhi proyeksi kepunahan spesies yang dipilih dengan menerapkan distribusi normal, menggunakan rumus berikut:

$$Z = \frac{(X-\mu)}{\sigma}$$

Z = suhu proyeksi baru
 X = suhu optimal
 μ = suhu rata-rata
 σ = standar deviasi/ simpangan baku

(contoh kasus, murid menghitung peluang proyeksi kepunahan spesies, data yang diperlukan antara lain:

Rata-rata suhu (μ) = 18°C

Standar deviasi/ simpangan baku (σ) = 1.5°C

Interval toleransi hidup: 15°C - 21°C

Misalnya suhu global diproyeksi mengalami kenaikan rata-rata 2°C dalam 50 tahun (data kenaikan rata-rata suhu diambil dari interval tahun tertentu yang dipilih)

Langkah-langkah penyelesaian:

- Proyeksi rata-rata suhu baru, μ baru = 18°C + 2°C = 20°C
- Cari peluang bahwa suhu > 21°C => $P(X > 21)$

$$Z = \frac{(X-\mu)}{\sigma} = \frac{(21-20)}{1.5} = 0.67$$

- Lihat pada tabel distribusi normal nilai peluang dari $P(Z > 0.67) = 0.2514$
 - Interpretasinya: Peluang suhu habitat spesies tertentu akan melebihi batas atas toleransi (21°C) adalah sekitar 25,14%. Ini menunjukkan bahwa dalam skenario pemanasan 2°C, wilayah habitat spesies tersebut bisa mengalami suhu yang terlalu panas, sehingga meningkatkan risiko kepunahan lokal, setelah 50 tahun.
- b. Berdasarkan hasil analisis peluang perubahan suhu yang memengaruhi proyeksi kepunahan spesies yang dipilih beserta hasil interpretasinya, murid merumuskan kriteria habitat ideal (relung ekologis/*niche*) yang menunjang kelangsungan hidup spesies tersebut.

- k Secara berkelompok, murid merancang purwarupa habitat adaptif spesies yang dipilih (miniatur fisik atau digital) dengan memperhatikan kriteria habitat ideal, termasuk alat dan bahan yang diperlukan (lampiran 4).
3. Pada akhir pembelajaran, murid melakukan refleksi individual secara tertulis tentang pengalaman belajar dan tantangan yang dihadapi selama melakukan analisis proyeksi kepunahan spesies dan menyusun rancangan purwarupa habitat adaptif.

DISCLAIMER

- Purwarupa habitat adaptif dan media kampanye dapat dibuat bersama jika kondisi satuan pendidikan, sarana dan kemampuan murid mendukung.
- Jika hanya memilih salah satu, purwarupa atau media kampanye, pendidik perlu melakukan penyesuaian pada langkah-langkah kegiatan pembelajaran.



Pertemuan ke-5



Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran:

Membuat purwarupa habitat adaptif bagi spesies tertentu (opsional)

Pengalaman belajar Mengaplikasi (Prinsip Bermakna dan Menggembirakan)

1. Melalui aktivitas terbimbing, murid secara berkelompok melakukan langkah berikut:
 - Membangun purwarupa habitat adaptif spesies sesuai rancangan yang telah dibuat (langkah-langkah membuat purwarupa disesuaikan dengan rencana proyek kelompok)
 - Menguji efektivitas purwarupa tersebut dalam menciptakan habitat alami spesies tertentu (pengujian efektivitas purwarupa ini dapat dilakukan berulang kali sesuai pencapaian setiap kelompok).
2. Murid menyelesaikan pembuatan purwarupa habitat adaptif dan pengujian efektivitasnya di luar jam pelajaran (sesuai lini masa yang telah dibuat).



Pertemuan ke-6



Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran:

- Membuat media kampanye terkait dampak perubahan iklim terhadap kelangsungan hidup spesies dan upaya pencegahan kepunahan spesies.
- Mempresentasikan hasil proyek

Pengalaman belajar Merefleksi (Prinsip Bermakna dan Menggembirakan)

1. Merefleksikan hasil proyek secara berkelompok dengan menyusun media kampanye (cetak atau non-cetak) terkait dampak perubahan iklim terhadap kelangsungan hidup spesies tertentu dan upaya pencegahan kepunahan spesies tersebut.
2. Secara berkelompok, murid mempresentasikan habitat adaptif spesies dan media kampanye pada kegiatan pameran (*window shopping* atau aktivitas terkait lainnya).
3. Pada akhir kegiatan pembelajaran, murid melakukan refleksi kelompok tentang pengalaman belajar selama menjalankan proyek dengan mengungkapkan: (1) Hal-hal yang telah dipelajari; (2) Tantangan yang dihadapi beserta cara menghadapinya; (3) Tindak lanjut dari kampanye yang telah dilakukan seperti penerapan sikap dan tindakan pro-lingkungan yang dapat mendukung upaya pencegahan kepunahan spesies endemik di Indonesia.

8. ASESMEN PEMBELAJARAN

1. **Asesmen awal (formatif)** : Tes Pengetahuan Awal terkait Evolusi dan Perubahan iklim
2. **Asesmen proses (formatif)** : Lembar Kerja (studi kasus 1 dan 2)
3. **Asesmen akhir (sumatif)** : Unjuk kerja melalui pembuatan purwarupa dan pameran dengan teknik penilaian sebagai berikut:
 - Penilaian Purwarupa Habitat Adaptif Spesies
 - Penilaian Keterampilan Komunikasi melalui Kampanye

LAMPIRAN:

- Lampiran 1. Lembar Kuis Tes Pengetahuan Awal
- Lampiran 2. Lembar Kerja (Studi Kasus 1 dan 2) dan Rubrik Penilaian
- Lampiran 3. Format Linimasa Proyek
- Lampiran 4. Gambaran Umum Purwarupa Habitat Adaptif Spesies
- Lampiran 5. Petunjuk Pengembangan Media Kampanye
- Lampiran 6. Rubrik Penilaian Purwarupa Habitat Adaptif Spesies dan Rubrik Keterampilan Komunikasi melalui Kampanye

Lampiran 1

Lembar Kuis Tes Pengetahuan Awal

- Level Kognitif: Pengetahuan dan Pemahaman (L1), Aplikasi (L2)
- Tipe Soal: MCMA Multiple Choice Multiple Answer dan Multiple Choice

1 Pernyataan yang paling tepat dalam menggambarkan karakteristik dan proses perubahan iklim adalah ...

Jawaban benar lebih dari satu.

- a. perubahan suhu serta curah hujan harian yang berlangsung singkat di wilayah tertentu.
- b. pergantian musim tahunan seperti hujan dan kemarau secara teratur di daerah tropis.
- c. cuaca ekstrem berupa badai dan angin musiman yang terjadi di wilayah lokal tertentu.
- d. perubahan suhu dan kelembaban rata-rata global yang terjadi selama beberapa dekade.
- e. pergeseran pola musim yang berlangsung konsisten selama rentang waktu yang lama.

Jawaban: D dan E

2 Peningkatan suhu global telah berdampak nyata terhadap makhluk hidup dan lingkungannya. Manakah dari pernyataan berikut yang mendukung fenomena tersebut?

Jawaban benar lebih dari satu.

- f. Frekuensi badai tropis dan banjir di wilayah pesisir meningkat secara signifikan.
- g. Perubahan arah rotasi bumi menyebabkan pola iklim ekstrem di berbagai wilayah.
- h. Luas habitat es kutub bagi burung kutub dan spesies lain mengalami penurunan drastis.
- i. Jumlah spesies baru meningkat secara tiba-tiba akibat mutasi genetik spontan.
- j. Spesies berpindah ke daerah yang lebih dingin sebagai bentuk adaptasi terhadap iklim.

Jawaban: A dan C

3 Pernyataan manakah yang menggambarkan mekanisme evolusi?

Jawaban benar lebih dari satu.

- Persilangan antar individu dengan sifat berbeda dapat menghasilkan individu baru.
- Seleksi alam dan rekombinasi gen secara bertahap dapat membentuk spesies baru.
- Mutasi genetik pada organisme dapat menyebabkan munculnya spesies baru.
- Individu dengan sifat adaptif dapat muncul karena lolos dari seleksi alam.
- Kulit manusia dapat menjadi lebih gelap akibat paparan sinar matahari yang terus-menerus.

Jawaban: B dan C

4 Ketika lingkungan mengalami perubahan drastis seperti peningkatan suhu, penurunan curah hujan, atau pergeseran habitat, banyak makhluk hidup yang mengalami tekanan ekologis. Spesies yang berhasil bertahan umumnya menunjukkan bentuk adaptasi tertentu. Berdasarkan fakta tersebut, manakah yang merupakan contoh mekanisme adaptasi makhluk hidup terhadap perubahan lingkungan yang dapat berkontribusi pada evolusi spesies?

Jawaban benar lebih dari satu.

- Burung mengembangkan bentuk paruh yang berbeda sesuai dengan jenis makanan di habitatnya.
- Kulit manusia berubah warna sebagai respons terhadap paparan sinar matahari yang tinggi.
- Tanaman gurun memiliki daun yang menyusut sebagai bentuk pengurangan penguapan air.
- Bulu hewan berubah warna sebagai respon stres terhadap perubahan suhu yang ekstrem.
- Hewan melakukan migrasi sebagai bentuk penyesuaian diri terhadap perubahan lingkungan.

Jawaban: A dan C

5 Di sebuah ekosistem pegunungan tropis yang mengalami peningkatan suhu dan penurunan kelembaban secara signifikan, spesies serangga X mengalami penurunan populasi. Namun, spesies serangga Y menunjukkan perubahan struktur tubuh dan perilaku pola makan yang baru. Pernyataan yang menunjukkan mekanisme evolusi dalam menjaga kelangsungan hidup pada populasi serangga tersebut adalah ...

Jawaban benar lebih dari satu.

- spesies serangga X membentuk koloni baru di tempat yang lebih lembab untuk menghindari kekeringan.
- spesies serangga X mengembangkan struktur tubuh baru untuk mempertahankan kelembaban tubuh.

- c. semua spesies mengalami penurunan populasi yang mengarah pada kepunahan akibat suhu tinggi.
- d. perubahan perilaku makan pada spesies serangga merupakan respon terhadap ketersediaan makanan.
- e. penurunan populasi spesies disebabkan karena pola migrasi akibat penurunan daya dukung habitat.

Jawaban: B dan E

- 6** Universitas Masa Depan hanya menerima murid dengan skor tes 5% teratas dari tes mandiri. Jika diketahui $\mu = 151.3$ dan $\sigma = 8.7$, berapa skor terendah agar dapat diterima di Universitas Masa Depan? (bulatkan hasil perhitungan)

Pilih satu jawaban yang benar

- a. 162
- b. 164
- c. 166
- d. 170
- e. 175

Jawaban: C

- 7** Rata - rata curah hujan kota A adalah 48 inch per tahun dengan standar deviasi 6 inch. Dengan menggunakan model distribusi normal, berapa persentase dari curah hujan antara 40 dan 50?

Pilih satu jawaban yang benar

- a. 37,19 %
- b. 46,07 %
- c. 53,93%
- d. 72,34%
- e. 75,23%

Jawaban: C

Pedoman Penskoran:

- Soal nomor 1 sd 5, skor diperoleh berdasarkan banyaknya pilihan jawaban benar (maksimal 2 skor tiap soal).
- Soal nomor 6 dan 7, jawaban benar memperoleh 1 skor

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{12} \times 100$$

- Murid masuk kategori memiliki kesiapan belajar baik, jika nilai akhir asesmen awal minimal 66 (8 poin), dengan syarat harus menjawab betul minimal salah satu soal nomor 6 atau 7.

Lampiran 2

Lembar Kerja (Studi Kasus 1 dan 2)



Pindai
Kode Respons
Cepat berikut

Studi Kasus 1

(Lembar Kerja Jejak Terakhir Bramble Cay Melomy)

https://bit.ly/lembarkerja1_bramble



Rubrik Penilaian Studi Kasus 1

No	Aspek Penilaian	Skor 1 Kurang	Skor 2 Cukup	Skor 3 Baik	Skor 4 Unggul
1	Catatan fakta sesuai tayangan video kepunahan <i>Bramble Cay Melomy</i>	Memuat linimasa atau paparan dampak lingkungan dengan tidak tepat	Memuat linimasa dan paparan dampak lingkungan dengan tidak tepat	Memuat linimasa dengan tepat, namun paparan dampak lingkungan tidak tepat	Memuat linimasa dan dampak lingkungan dengan tepat
2	Bagan sebab-akibat alur kepunahan <i>Bramble Cay Melomy</i>	Disajikan dengan urutan yang tidak logis dan tidak berkesinambungan, semua informasi tidak tepat	Disajikan dengan urutan yang tidak logis dan tidak berkesinambungan, terdapat sebagian informasi yang tidak tepat	Disajikan dengan urutan yang logis dan berkesinambungan, terdapat sebagian informasi yang tidak tepat	Disajikan dengan urutan yang logis dan berkesinambungan, semua informasi tepat



Pindai
Kode Respons
Cepat berikut

Studi Kasus 2

(Lembar Kerja Jejak Kritis Badak Jawa)

https://bit.ly/lembarkerja2_badak



Rubrik Penilaian Studi Kasus 2:

No	Aspek Penilaian	Skor 1 Kurang	Skor 2 Cukup	Skor 3 Baik	Skor 4 Unggul
1	Aktivitas 1	Menyelesaikan langkah 1 dan 2 namun belum bisa menampilkan grafik	Menyelesaikan semua langkah dengan sedikit bantuan	Menyelesaikan semua langkah dengan tepat secara mandiri	Menyelesaikan semua langkah dengan tepat secara mandiri dan berinisiatif untuk membantu teman sejawat
2	Aktivitas 2	Menyelesaikan semua langkah, namun masih terdapat kesalahan dalam menghitung peluang perubahan suhu	Menyelesaikan semua langkah namun masih salah dalam menginterpretasi peluang perubahan suhu terhadap proyeksi keberlangsungan hidup badak jawa	Menyelesaikan semua langkah dan menginterpretasi dengan tepat	Menyelesaikan semua langkah, menginterpretasi dengan tepat dan memiliki gagasan untuk mengatasi permasalahan.

Lampiran 3**Format Linimasa Proyek**

No	Komponen Kegiatan	Waktu
1	Menyusun jadwal proyek	<i>Pertemuan ke 4 (Minggu ke .. Bulan ...)</i>
2	Merumuskan desain purwarupa	<i>Pertemuan ke 4 (Minggu ke .. Bulan ...)</i>
3	Menentukan alat dan bahan purwarupa	<i>Pertemuan ke 4 (Minggu ke .. Bulan ...)</i>
4	Membuat purwarupa	<i>Pertemuan ke 5 (Minggu ke .. Bulan ...)</i>

No	Komponen Kegiatan	Waktu
5	Menguji purwarupa	Pertemuan ke 5 (Minggu ke .. Bulan ...)
6	Membuat media kampanye	Pertemuan ke 5 (Minggu ke .. Bulan ...)
7	Mengomunikasikan purwarupa melalui kampanye	Pertemuan ke 6 (Minggu ke .. Bulan ...)

Catatan:

Penentuan waktu pada linimasa disesuaikan dengan kondisi, yang perlu diperhatikan adalah sesuaikan dengan pertemuan pembelajaran yang telah disusun di perencanaan pembelajaran.

Lampiran 4

Gambaran Umum Purwarupa Habitat Adaptif Spesies

Definisi

Purwarupa habitat adaptif spesies merupakan rancangan dari simulasi iklim mikro melalui pengaturan suhu permukaan air yang mendukung kelangsungan hidup spesies tertentu.

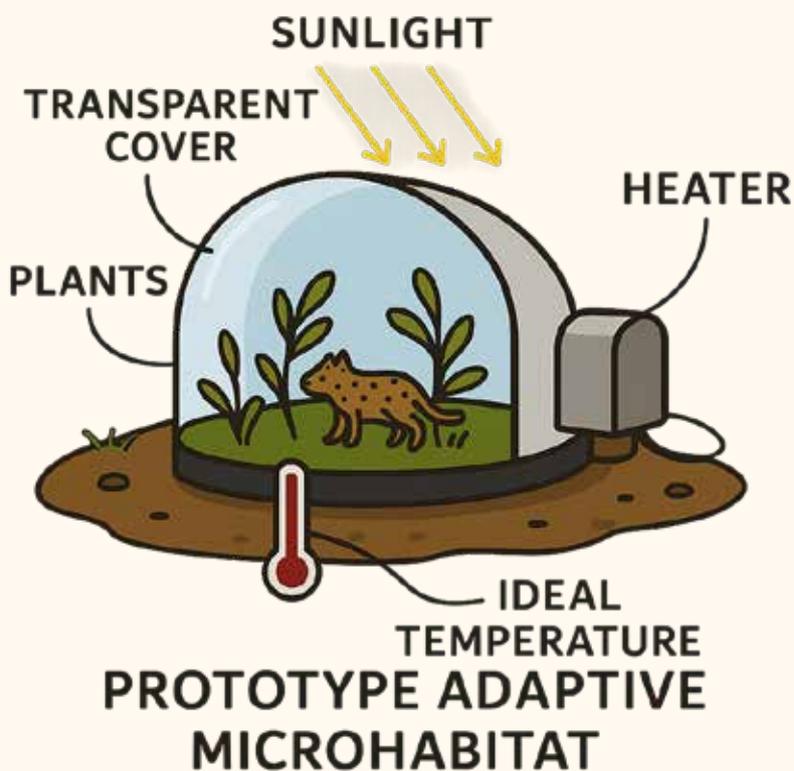
Tujuan:

Tujuan dari penyusunan purwarupa habitat adaptif spesies ini adalah mensimulasikan kondisi lingkungan mikro yang sesuai untuk spesies tertentu serta mengatur dan memantau suhu permukaan udara menggunakan material lokal atau daur ulang dengan meminimalkan produksi limbah.

Langkah Kerja:

1. Identifikasi karakteristik spesies dan suhu permukaan air yang mendukung kelangsungan hidupnya.
2. Rancang sketsa habitat adaptif. Buat gambar rancangan habitat (manual atau digital) yang memenuhi kebutuhan spesies dengan menyertakan fungsi dari setiap bagian.

Berikut contoh sketsa habitat adaptif:



Sumber: dibuat dengan kecerdasan artifisial

Catatan:

Sketsa dikembangkan berdasarkan kreativitas murid dengan mempertimbangkan ketersediaan dan aksesibilitas terhadap material yang akan digunakan.

3. Pilih alat dan bahan yang akan digunakan, prioritaskan yang ramah lingkungan dan mudah ditemukan.

Berikut contoh material yang digunakan:

Kategori	Komponen	Fungsi/Keterangan
Struktur Habitat	Kardus/papan akrilik	Rangka habitat
	Mika/plastik transparan	Atap transparan (simulasi rumah kaca)
	Spons/sabut kelapa	Penahan kelembaban tanah
	Tanah/pasir/kerikil	Substrat untuk simulasi suhu tanah

Kategori	Komponen	Fungsi/Keterangan
Pengatur Suhu dan Kelembaban	Lampu LED	Simulasi panas matahari
	Thermometer Analog	Pengukuran suhu manual
	Kipas angin	Simulasi pendinginan atau sirkulasi udara
	Sensor suhu (DHT22/DHT11)	Kontrol suhu dan kelembaban otomatis
Visual dan Edukatif	Tumbuhan mini	Representasi vegetasi adaptif
	Plastisin/tanah liat	Model hewan/organisme adaptif
	Label dan sticker warna	Menandai bagian habitat

Bangun purwarupa dengan menyusun bagian-bagian habitat sesuai sketsa. Pastikan stabilitas dan fungsi tiap komponen.

Lampiran 5

Petunjuk Pengembangan Media Kampanye

Tujuan Kampanye

Meningkatkan kesadaran warga sekolah dan masyarakat tentang dampak perubahan iklim terhadap spesies endemik Indonesia.

Format Media Kampanye

Poster/Infografis (cetak atau non-cetak)/Video

Konten Kampanye

Media kampanye terdiri atas: (1) Karakteristik spesies endemik dan habitatnya, disertai ilustrasi gambar; (2) Hasil interpretasi data perubahan suhu dan penurunan populasi spesies endemik berdasarkan penerapan distribusi normal; (3) Sketsa purwarupa habitat adaptif; (4) Dampak perubahan iklim terhadap kelangsungan hidup spesies; (5) Ajakan bertindak sebagai upaya pencegahan kepunahan spesies.

Langkah Pengembangan Media Kampanye

1. Menentukan target audiens (murid, orang tua, masyarakat lokal)
2. Mengorganisasikan konten kampanye ke dalam format media yang dipilih menggunakan perangkat pendukung (digital maupun non-digital) dengan menerapkan prinsip komunikasi visual efektif. Dalam hal ini pastikan visual jelas, teks terbaca, dan pesan disampaikan secara informatif.
3. Mendistribusikan media kampanye dengan mengunggahnya ke media sosial, dan menampilkannya di kegiatan pameran.

Lampiran 6

Rubrik Penilaian Purwarupa Habitat Adaptif Spesies dan Rubrik Presentasi

Rubrik Penilaian Purwarupa Habitat Adaptif Spesies

Aspek yang dinilai	Indikator Penilaian	Skor 1 Perlu Bimbingan	Skor 2 Cukup	Skor 3 Baik	Skor 4 Unggul
Fungsionalitas Desain	Purwarupa mampu memenuhi kebutuhan dasar spesies dan menunjang adaptasi	Tidak sesuai dengan karakteristik spesies dan tidak fungsional	Tidak sesuai dengan karakteristik spesies namun fungsional	Sesuai dengan karakteristik spesies dan cukup fungsional	Sesuai dengan karakteristik spesies dan fungsional
Keberlanjutan Material yang digunakan	Penggunaan bahan yang ramah lingkungan dan memperhatikan efisiensi sumber daya	Sebagian besar material yang digunakan tidak ramah lingkungan dan penggunaannya tidak efisien	Sebagian besar material yang digunakan ramah lingkungan namun penggunaannya tidak efisien	Sebagian besar material yang digunakan ramah lingkungan dan penggunaannya efisien	Seluruh material yang digunakan ramah lingkungan dan penggunaannya efisien

Aspek yang dinilai	Indikator Penilaian	Skor 1 Perlu Bimbingan	Skor 2 Cukup	Skor 3 Baik	Skor 4 Unggul
Kreativitas dan Inovasi	Keunikan dalam pendekatan desain, adaptasi lingkungan, dan solusi yang ditawarkan	Tidak menunjukkan unsur kebaruan dan tidak sesuai dengan solusi yang ditawarkan	Menunjukkan unsur kebaruan namun tidak sesuai dengan solusi yang ditawarkan	Menunjukkan unsur kebaruan dan cukup sesuai dengan solusi yang ditawarkan	Menunjukkan unsur kebaruan dan sesuai dengan solusi yang ditawarkan

Kesimpulan:

Murid dinyatakan mencapai tujuan pembelajaran jika setiap aspek minimal memperoleh skor 3 (Baik).

Rubrik Penilaian Keterampilan Komunikasi melalui Kampanye

Aspek yang dinilai	Indikator Penilaian	Skor 1 Perlu Bimbingan	Skor 2 Cukup	Skor 3 Baik	Skor 4 Unggul
Sistematika Konten Kampanye	Organisasi konten kampanye	Memuat 1 - 2 konten kampanye dan tersusun tidak runtut	Memuat 3 - 4 konten kampanye dan tersusun tidak runtut	Memuat 5 konten kampanye namun tersusun tidak runuta	Memuat 5 konten kampanye dan tersusun runtut
Kreativitas Media Kampanye	Inovasi format media, kesesuaian dengan target audiens dan daya tarik visual	Desain media meliputi 1 elemen media (teks/gambar/ audio/video/ animasi), namun tidak mendukung pesan kampanye secara kuat.	Desain media meliputi 1 elemen media (teks/gambar/ audio/ video/ animasi), dan mendukung pesan kampanye secara kuat.	Desain media meliputi 2 elemen media (teks/gambar/ audio/video/ animasi), disusun secara terpadu dan mendukung pesan kampanye secara kuat.	Desain media meliputi lebih dari 2 elemen media (teks/ gambar/ audio/video/ animasi), disusun secara terpadu dan mendukung pesan kampanye secara kuat.

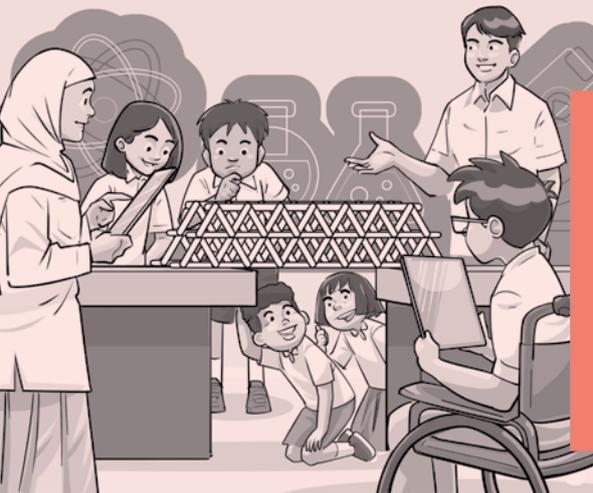
Aspek yang dinilai	Indikator Penilaian	Skor 1 Perlu Bimbingan	Skor 2 Cukup	Skor 3 Baik	Skor 4 Unggul
Pemahaman dan Penguasaan Konten Kampanye	Menjelaskan konten kampanye** secara mendalam dan akurat.	Menguasai kurang dari 2 konten kampanye dan tidak bisa menjawab semua pertanyaan dengan tepat	Menguasai 3 s.d. 4 konten kampanye dan tidak bisa menjawab semua pertanyaan dengan tepat	Menguasai semua konten kampanye, namun tidak bisa menjawab semua pertanyaan dengan tepat	Menguasai semua konten kampanye dan bisa menjawab semua pertanyaan dengan tepat
Respons terhadap Audiens	Menanggapi pertanyaan atau masukan secara kritis dan terbuka	Respon terbatas, namun tidak terbuka terhadap perbedaan pendapat	Respon terbatas dan terbuka terhadap perbedaan pendapat	Respon kritis, namun tidak terbuka terhadap perbedaan pendapat	Respon kritis, dan terbuka terhadap perbedaan pendapat

Keterangan:

**Konten kampanye: (1) Karakteristik spesies endemik dan habitatnya, disertai ilustrasi gambar; (2) Hasil interpretasi data perubahan suhu dan penurunan populasi spesies endemik; (3) Sketsa purwarupa habitat adaptif; (4) Dampak perubahan iklim terhadap kelangsungan hidup spesies; (5) Ajakan bertindak sebagai upaya pencegahan kepunahan spesies.

Kesimpulan:

Murid dinyatakan mencapai tujuan pembelajaran jika setiap aspek minimal memperoleh skor 3 (Baik).



Contoh Perencanaan Pembelajaran SMK

“Pemanfaatan Energi Surya untuk Distilasi Air Laut”

IDENTIFIKASI

Fase/Kelas : Fase E

Kelas/Jenjang : X/SMK

Mata Pelajaran : Proyek IPAS, Dasar-Dasar Kimia Analisis, Matematika

Alokasi Waktu : 30 JP

Jumlah Pertemuan : 6 Pertemuan

Dimensi Profil Lulusan

- Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME
- Kolaborasi
- Kreativitas
- Komunikasi

Kompetensi Prasyarat

- Pada mata pelajaran Proyek IPAS, murid sudah memahami jenis-jenis campuran, konsep pemisahan campuran dan perubahan wujud zat.
- Pada mata pelajaran Dasar-dasar Kimia Analisis, murid sudah memahami prosedur penentuan pH dan penggunaan Total Padatan Terlarut atau Total Dissolved Solids (TDS) dalam pengujian air.
- Pada mata pelajaran Matematika, murid sudah mampu menentukan panjang sisi segitiga siku-siku menggunakan nilai perbandingan trigonometri.

Topik/Tema

Pemanfaatan energi surya untuk distilasi air laut

Konten Masalah

Air bersih merupakan kebutuhan pokok manusia untuk menunjang kehidupan sehari-hari, mulai dari konsumsi, memasak, hingga menjaga kebersihan dan kesehatan. Walaupun Indonesia adalah negara kepulauan dengan wilayah laut yang sangat luas, ketersediaan air tawar layak minum masih menjadi persoalan, terutama di daerah pesisir, pulau kecil, dan wilayah terpencil. Fenomena penurunan daratan yang menyebabkan kenaikan air laut semakin memperparah keadaan.

Sumber air tanah di wilayah tersebut seringkali terbatas, kualitasnya rendah, atau bahkan sudah tercemar oleh intrusi air laut. Di sisi lain, pembangunan sistem penyediaan air bersih berskala besar seperti PDAM masih terkendala biaya tinggi, distribusi yang sulit, serta keterbatasan energi.

Indonesia memiliki potensi energi surya yang melimpah sepanjang tahun berkat iklim tropisnya. Potensi ini dapat dimanfaatkan sebagai alternatif energi terbarukan untuk menghasilkan air bersih melalui teknologi sederhana, yaitu distilasi air laut berbasis panas matahari (*solar desalination*).

Alat Distilasi Air Laut berbasis panas matahari bekerja dengan cara memanaskan air laut menggunakan sinar matahari hingga terjadi penguapan, kemudian uap air dikondensasikan pada permukaan penutup (misalnya kaca miring), sehingga menghasilkan tetesan air tawar yang aman diminum.

Kriteria

Membuat alat distilasi yang dapat menghasilkan air hasil penyulingan (minimal 10-20 ml dalam sekali percobaan). Air laut didapatkan dari laut atau menggunakan air laut buatan (larutan air tawar yang dicampur dengan garam). Alat distilasi dapat memisahkan garam dari air laut sehingga rasa air hasil distilasi berbeda dari air laut. Alat dirancang agar aman digunakan, tidak menimbulkan bahaya panas atau pecahan kaca. Alat distilasi dibuat dengan bentuk yang sederhana, rapi, dengan bahan yang mudah didapatkan.

Batasan

Bahan yang digunakan harus mudah diperoleh di lingkungan sekolah atau rumah. Alat tidak perlu menghasilkan air minum layak konsumsi, cukup menunjukkan proses pemisahan air dengan garam melalui penguapan dan pengembunan.

Tujuan Pembelajaran

Setelah melakukan rangkaian pembelajaran ini, diharapkan murid dapat:

5. Membuat rencana prosedur yang tepat pada Proyek zat dan perubahannya. (Proyek IPAS)
6. Menerapkan analisis kualitatif sederhana dalam pengujian air. (Dasar-dasar Kimia Analisis)
7. Menganalisis dan menyelesaikan permasalahan kontekstual yang berkaitan dengan penerapan perbandingan trigonometri dalam berbagai situasi nyata. (Matematika)

Integrasi komponen STEM

Integrasi STEM dalam Pembelajaran	
Sains	<ul style="list-style-type: none">• Melakukan prosedur pemisahan campuran dengan prinsip penguapan dan kondensasi.• Menjelaskan perubahan wujud zat (cair → uap → cair).• Melakukan uji coba air sederhana.• Menganalisis hasil pengujian air.• Pemanfaatan energi surya sebagai sumber panas ramah lingkungan.
Teknologi	<ul style="list-style-type: none">• Mendesain alat distilasi sederhana, lalu mengukur hasilnya dengan sensor TDS digital.• Pemilihan material untuk meningkatkan efisiensi proses (kaca bening, cat hitam, isolasi termal, pipa logam).• Penggunaan aplikasi digital.
Enjinerig	<ul style="list-style-type: none">• Merancang dan membangun model distilasi air laut menjadi air tawar.• Menentukan ukuran, sudut kemiringan kaca, dan sistem aliran kondensat.• Melakukan uji coba kinerja alat distilasi.
Matematika	<ul style="list-style-type: none">• Mengukur waktu yang diperlukan untuk proses distilasi• Menghitung panjang sisi pada alat distilasi menggunakan prinsip trigonometri.• Menghitung volume hasil distilasi.

Praktik Pedagogis

Metode Pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran ini adalah: Pembelajaran Berbasis Proyek dengan Pendekatan STEM menggunakan Praktik Saintifik dan Enjinering sebagai berikut:

- Bertanya dan Mengidentifikasi Masalah
- Bertukar Pikiran dalam menentukan Solusi
- Mendesain Solusi
- Membuat Solusi
- Menguji dan Mengevaluasi Solusi
- Mendesain Ulang
- Mengomunikasikan

Kemitraan Pembelajaran

Kemitraan antar Guru lintas mata pelajaran: kolaborasi Guru Proyek IPAS, Guru Matematika dan Guru Dasar-dasar Kimia Analisis dalam merencanakan dan melaksanakan kegiatan pembelajaran STEM dengan tema Distilasi Air Laut.

Lingkungan Pembelajaran

Menciptakan suasana belajar yang terbuka dengan memberi kesempatan kepada murid untuk berkolaborasi bersama teman sekelas, berpartisipasi aktif dalam pembelajaran, dan berani mengemukakan gagasan dalam berdiskusi bersama teman sekelas dan pendidik.

Pemanfaatan Digital

1. Perencanaan : menggunakan aplikasi penulisan dokumen (seperti : Microsoft word, Google Doc atau sejenisnya)
2. Pelaksanaan : menggunakan aplikasi presentasi untuk membuat presentasi (seperti: Power point, Slide, Canva atau sejenisnya)
3. Asesmen : menggunakan aplikasi yang memungkinkan untuk melakukan asesmen secara daring (seperti: Google Form, Quizizz atau sejenisnya)

PENGALAMAN BELAJAR

Pembelajaran dilaksanakan selama 6 pertemuan. Pembelajaran dilakukan secara *team teaching* antara pendidik yang mengajar Proyek IPAS, Matematika dan Dasar-dasar Kimia Analisis.

Berikut alur pembelajaran selama 6 pertemuan.

Pengalaman Belajar	Mata Pelajaran Terkait	Praktik Saintifik dan Enjinerig	Aktivitas	Pertemuan ke-
Memahami (Berkesadaran dan Bermakna)	Proyek IPAS	<ul style="list-style-type: none"> Bertanya dan Mengidentifikasi Masalah 	Pengamatan kondisi kontekstual krisis air di pesisir pantai.	1
	Proyek IPAS Dasar-Dasar Kimia Analisis	<ul style="list-style-type: none"> Bertukar Pikiran dalam menentukan Solusi 	Diskusi penyebab air laut tidak layak konsumsi dan mencari cara agar air laut menjadi layak konsumsi.	
Mengaplikasi (Berkesadaran, Bermakna dan Menggembirakan)	Proyek IPAS Matematika	<ul style="list-style-type: none"> Mendesain Solusi 	Membuat rancangan alat distilasi air laut sederhana.	2
	Proyek IPAS Dasar-Dasar Kimia Analisis	<ul style="list-style-type: none"> Membuat Solusi 	Membuat alat distilasi air laut	3
	Proyek IPAS Matematika Dasar-Dasar Kimia Analisis	<ul style="list-style-type: none"> Menguji dan Mengevaluasi Solusi 	Melakukan uji coba alat distilasi dan mengevaluasi hasil percobaan.	4

Pengalaman Belajar	Mata Pelajaran Terkait	Praktik Saintifik dan Enjinereng	Aktivitas	Pertemuan ke-
Merefleksi (Berkesadaran, Bermakna dan Menggembirakan)	Proyek IPAS Matematika Dasar- Dasar Kimia Analisis	• Mendesain Ulang	Melakukan perbaikan alat distilasi berdasarkan evaluasi hasil percobaan.	5
	Proyek IPAS Matematika Dasar- Dasar Kimia Analisis	• Mengomunikasi- kan	Mempresentasikan kegiatan pembuatan alat distilas.	6

Langkah-Langkah Pembelajaran



Pertemuan 1

Memahami (Berkesadaran dan Bermakna)

1. Murid melakukan asesmen awal dengan menjawab soal-soal yang diberikan pendidik. (Soal dapat disajikan melalui kertas ataupun aplikasi pembelajaran interaktif berbasis kuis seperti *Quizizz*, *Kahoot*, *G-Form* atau sejenisnya).
2. Murid mengamati tayangan video tentang krisis air bersih di pesisir pantai untuk menentukan pokok permasalahan dalam video dan membuat pertanyaan terkait permasalahan tersebut.

Link : [Warga NTT Kekeringan, Harus Mendayung 5 Km Seberangi Laut Flores Demi Air Bersih](#)

Jika tidak memungkinkan untuk dilakukan pemutaran video, pendidik dapat mengganti kegiatan ini membaca artikel tentang krisis air.

Link : [Krisis Air Bersih Masih Hantui Warga Pesisir Indramayu](#)

3. Murid diberi kesempatan untuk berkomentar dan bertanya tentang tayangan video. Pertanyaan kunci yang diharapkan muncul, jika pertanyaan kunci tersebut tidak muncul dari murid maka pendidik akan memberikan pertanyaan: "Mengapa kita tidak dapat meminum air laut?"

4. Murid melakukan diskusi kelas membahas permasalahan yang terdapat pada video:
"Bagaimana agar air laut dapat dikonsumsi?"
"Apa saja syarat air layak konsumsi?"
5. Pendidik memberikan penguatan bahwa ada syarat syarat yang harus dipenuhi agar air dapat dikonsumsi.
6. Murid mencari informasi tentang syarat syarat air layak konsumsi dan menuliskan hasil pencariannya pada lembar kerja

LK 1

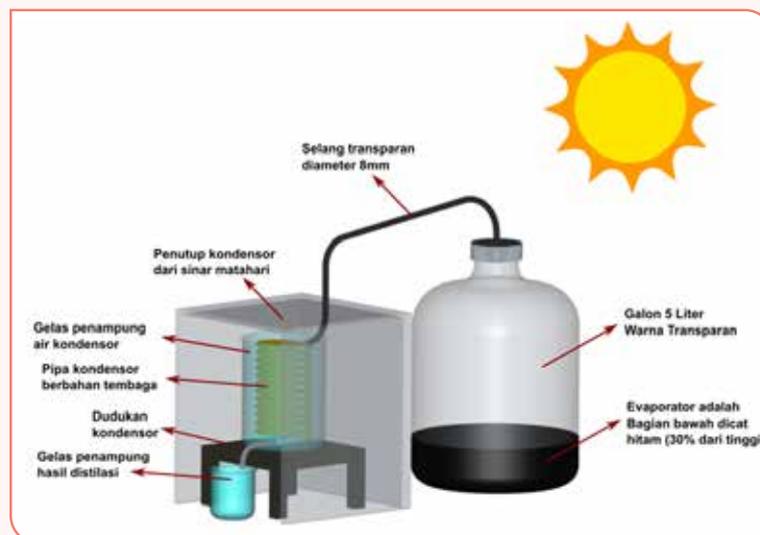
7. Murid menyampaikan hasil pengerjaan Lembar Kerja 1.
8. Murid berdiskusi tentang metode pemisahan campuran khususnya distilasi
9. Murid menarik kesimpulan bahwa air laut dapat diolah menjadi air layak konsumsi dengan memisahkan air dengan garam dan mineral lainnya.
10. Pendidik menginformasikan kegiatan yang akan dilakukan pada pertemuan selanjutnya.



Pertemuan 2

Mengaplikasi (Bermakna dan Menggembirakan)

1. Pendidik mereview kegiatan yang telah dilakukan pada pertemuan sebelumnya.
2. Pendidik menyampaikan kegiatan yang akan dilakukan pada hari ini.
3. Murid menyaksikan demonstrasi distilasi sederhana



Sumber: Dokumentasi pribadi

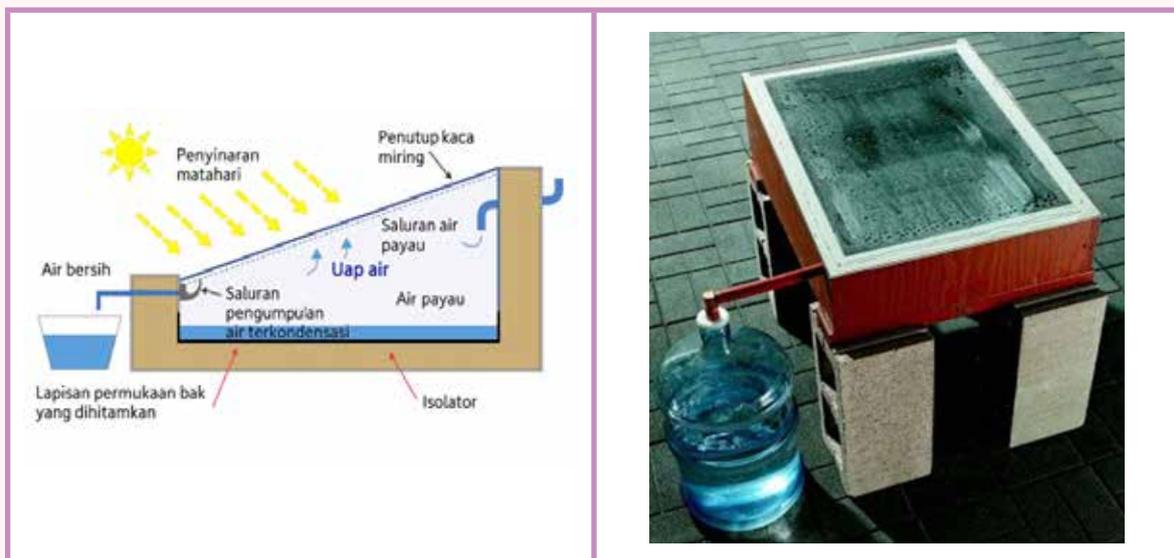
4. Murid melakukan diskusi kelas tentang prinsip kerja alat distilasi berdasarkan pengamatan saat demonstrasi.
5. Pendidik memberikan penguatan materi prinsip kerja alat distilasi dan memberikan informasi bahwa waktu yang diperlukan untuk proses distilasi dipengaruhi oleh luas media, panas yang digunakan dan durasi.

MATERI PRINSIP KERJA ALAT DISTILASI

6. Murid dibagi menjadi beberapa kelompok dengan jumlah anggota kelompok 6-7 orang per kelompok berdasarkan hasil asesmen awal.
7. Murid secara berkelompok mencari informasi tentang metode pemisahan campuran secara distilasi.
8. Murid secara berkelompok membuat perencanaan rancangan alat distilasi dan menuliskannya di LK [LK 2](#)

Alternatif skema alat distilasi

Alternatif 1

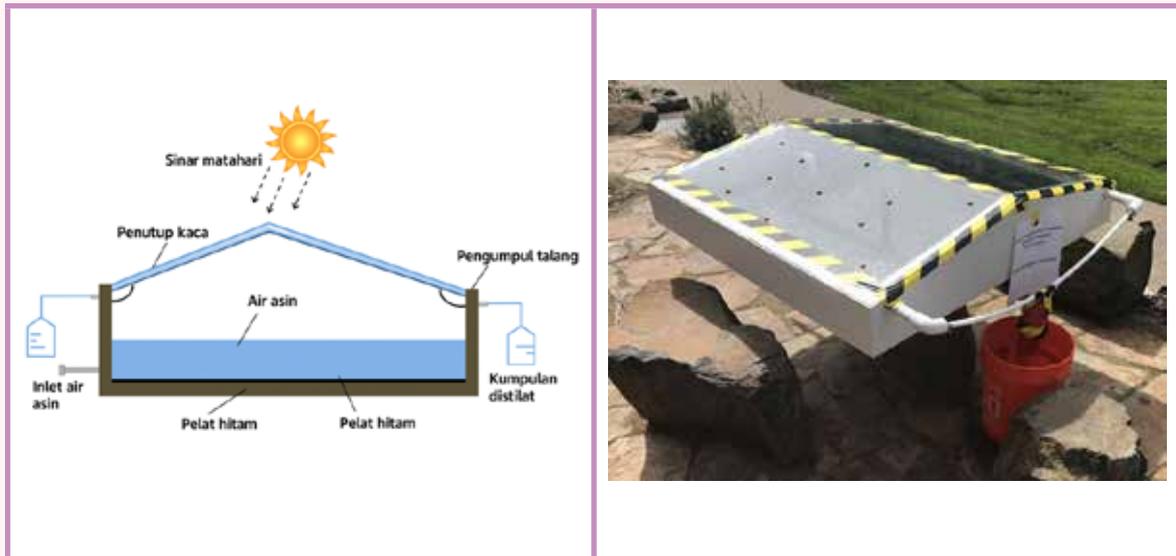


Pindai
Kode Respons
Cepat berikut

Sumber Tautan:
s.id/sSHkq



Alternatif 2



Pindai
Kode Respons
Cepat berikut

Sumber Tautan:
s.id/movqR



9. Murid mempresentasikan hasil perencanaan rancangan alat distilasi secara berkelompok, ditanggapi oleh kelompok lain.
10. Murid menarik kesimpulan dari kegiatan yang telah dilakukan.
11. Murid melakukan refleksi secara tertulis (dapat juga dilakukan secara digital dengan memanfaatkan aplikasi kuis/tes online (seperti *Google Form*, *Quizizz* atau sejenisnya).

Refleksi Kegiatan

12. Pendidik mengingatkan murid untuk membawa alat dan bahan untuk pembuatan alat distilasi pada pertemuan berikutnya.



Pertemuan 3

Mengaplikasi (Bermakna dan Menggembirakan)

1. Murid mengingat kembali prinsip dasar distilasi dengan menjawab pertanyaan pendidik.
2. Pendidik mengingatkan murid aspek keamanan dalam pembuatan alat distilasi (seperti: penggunaan gunting, *cutter*, lem panas, kompor *portable*, dll.)
3. Murid menyiapkan alat dan bahan sesuai rancangan yang telah dibuat (seperti: botol plastik ukuran 5 - 10 L, selang transparan 8 - 16mm, wadah air laut simulasi ukuran , wadah pendingin, kaca penutup).
4. Murid merangkai alat sesuai rancangan yang telah dibuat.
5. Pendidik berkeliling, memberikan arahan teknis, serta memastikan semua murid bekerja dengan aman.
6. Murid mendiskusikan hasil rangka alat secara berkelompok untuk memastikan bahwa alat sudah terangkai sesuai rancangan.
7. Murid melakukan refleksi secara tertulis (dapat juga dilakukan secara digital dengan memanfaatkan aplikasi kuis/tes online (seperti *Google Form*, *Quizizz* atau sejenisnya).

Refleksi Kegiatan

8. Pendidik menginformasikan bahwa pada pertemuan selanjutnya akan diadakan uji coba alat distilasi sederhana.



Pertemuan 4

Mengaplikasi (Berkesadaran dan Menggembirakan)

1. Pendidik mengingatkan kembali tentang alur kerja aman saat perakitan dan pengujian dengan sumber panas.
2. Murid menyelesaikan perakitan alat distilasi hingga siap uji coba.
3. Murid melakukan uji coba: memanaskan sedikit air laut buatan dan mengamati terbentuknya uap lalu tetesan air hasil distilasi.

LK 3

4. Pendidik mendampingi dan memastikan keamanan saat proses uji coba.
5. Murid melakukan diskusi kelompok untuk mengevaluasi efektivitas alat.
6. Murid mempresentasikan hasil ujicoba.
7. Pendidik memberikan penguatan tentang prinsip distilasi, efektivitas alat, dan relevansi terhadap isu air bersih.
8. Murid melakukan refleksi secara tertulis

Refleksi Kegiatan



Pertemuan 5

Merefleksi (Berkesadaran dan Menggembirakan)

1. Murid dan pendidik bersama-sama mengevaluasi efektivitas alat distilasi yang telah diuji dalam diskusi kelas. Diskusi difokuskan pada kekuatan, kelemahan, dan potensi perbaikan alat.
2. Murid merevisi alat distilasi berdasarkan pada hasil evaluasi efektivitas alat. Revisi dilakukan berdasarkan hasil evaluasi dan masukan dari pendidik serta teman sejawat.
3. Murid mencatat perubahan desain dan alasan ilmiahnya di Lembar Kerja Revisi (LK 4)

LK 4

4. Murid melakukan uji coba ulang menggunakan alat hasil revisi dan mencatat data hasil uji coba. (LK 4)
5. Murid mempresentasikan hasil revisi dan ujicoba.
6. Pendidik memberikan penguatan prinsip ilmiah distilasi, efektivitas alat, dan relevansi terhadap isu air bersih.
7. Murid melakukan refleksi atau dapat juga dilakukan secara digital dengan memanfaatkan aplikasi kuis/tes online (seperti *Google Form*, *Quizizz* atau sejenisnya).

Refleksi Kegiatan Pertemuan 5



Pertemuan 6

Merefleksi (Berkesadaran dan Menggembirakan)

1. Pendidik mengajak murid mengingat kembali proses pembuatan dan uji coba alat distilasi air laut yang telah dilakukan.
2. Murid membuat laporan kegiatan pembuatan alat distilasi air laut dalam format presentasi slide digital (seperti: *Canva*, *Google Slide* atau sejenisnya) dengan panduan struktur isi sebagai berikut:
 - Tujuan dan latar belakang projek
 - Desain alat dan bahan yang digunakan (Prosedur dan perhitungan ukuran alat)
 - Proses pembuatan dan tantangan teknis
 - Hasil uji coba alat awal dan revisi (Analisis Ku alitatif Pengujian Air)
 - Kelebihan dan Kekurangan Alat
 - Dampak Lingkungan (Manfaat alat bagi masyarakat pesisir)
 - Saran pengembangan alat
3. Murid mempresentasikan laporan kegiatan secara berkelompok.
4. Pendidik melakukan asesmen sumatif
5. Murid melakukan refleksi atau dapat juga dilakukan secara digital dengan memanfaatkan aplikasi kuis/tes *online* (seperti *Google Form*, *Quizizz* atau sejenisnya).

[Refleksi Akhir Individu](#)

ASESMEN PEMBELAJARAN

Asesmen Awal

Di awal pembelajaran pendidik mengadakan tes untuk mengetahui kemampuan awal dan kesiapan belajar murid. Asesmen awal dapat dilakukan dengan tes tulis ataupun secara digital dengan menggunakan aplikasi (seperti *G-Form*, *Quizizz* atau aplikasi lainnya)

Asesmen Awal

Nama:

Kelas:

Pilihlah jawaban yang benar

1. Manakah dari berikut ini yang merupakan contoh campuran heterogen?
 - a. Cuka dapur
 - b. Minyak dan air
 - c. Udara bersih
 - d. Larutan gula dalam air
 - e. Air sirup

Jawaban: b. Minyak dan Air

2. Metode pemisahan campuran yang paling tepat untuk memisahkan pasir dari air adalah:
 - a. Filtrasi
 - b. Sentrifugasi
 - c. Distilasi
 - d. Kromatografi
 - e. Dekantasi

Jawaban: a. Filtrasi

3. Perubahan wujud zat dari cair menjadi gas disebut...
 - a. Evaporasi
 - b. Pembekuan
 - c. Sublimasi
 - d. Kondensasi
 - e. Melebur

Jawaban: a. Evaporasi

4. Jika sudut pada segitiga siku-siku adalah 30° dan panjang sisi miring adalah 10 cm, berapakah panjang sisi di depan sudut tersebut?
 - a. 10 cm
 - b. 8 cm
 - c. 7 cm
 - d. 5 cm
 - e. 3 cm

Jawaban: d. 5 cm

5. Bagaimana cara menggunakan TDS meter untuk mengecek kualitas air?
- Mencelupkan sensor ke air dan membaca nilai pada layar
 - Menuangkan air ke atas sensor
 - Menggosok sensor dengan air
 - Menekan sensor ke dinding wadah air
 - Meletakkan alat agar bagian sensor tidak terkena air

Jawaban: a. Mencelupkan sensor ke air dan membaca nilai pada layar

Setiap soal diberi skor 20, sehingga skor maksimal yang dapat diperoleh adalah 100.

Berdasarkan hasil asesmen awal, murid dibagi menjadi tiga kriteria, yaitu:

Berkembang : 0 - 40

Cakap : 60 - 80

Mahir : > 80



Tindak Lanjut Asesmen Awal

Pembagian kelompok dalam pembelajaran dengan komposisi masing-masing kelompok terdiri dari murid dengan kriteria Mahir, Cakap dan Berkembang.

Asesmen Proses

Pada saat pembelajaran berlangsung, penilaian dilakukan dengan teknik non tes melalui penilaian kinerja. Penilaian dijadikan dasar untuk memberikan umpan balik dan memperbaiki proses pembelajaran.

Rubrik Penilaian Kinerja Pembuatan Rancangan Alat Distilasi Air Laut

No	Aspek Yang Dinilai	4	3	2	1
1	Penjelasan Deskripsi	Deskripsi rancangan menjelaskan tujuan pembuatan proyek dan mudah dipahami.	Deskripsi rancangan menjelaskan tujuan pembuatan proyek namun sulit dipahami.	Deskripsi rancangan memuat tujuan proyek tanpa penjelasan.	Deskripsi rancangan tidak memuat tujuan proyek.
2	Penentuan Ukuran Evaporator	Lebih dari 90% ukuran evaporator dihitung dengan benar sesuai prinsip trigonometri	50% s/d 90% ukuran evaporator dihitung dengan benar sesuai prinsip trigonometri	Kurang 50% ukuran evaporator dihitung dengan benar sesuai prinsip trigonometri	Kurang dari 25% ukuran evaporator dihitung dengan benar sesuai prinsip trigonometri
3	Pemilihan Alat dan Bahan	Alat dan bahan yang dipilih sesuai dengan kebutuhan dan efisien	Alat dan bahan yang dipilih sesuai dengan kebutuhan namun kurang efisien	Ada 1 atau 2 Alat dan bahan yang dipilih kurang sesuai dengan kebutuhan dan kurang efisien	Ada 3 atau lebih Alat dan bahan yang dipilih kurang sesuai dengan kebutuhan dan kurang efisien
4	Pembuatan Prosedur	Prosedur disusun secara sistematis dan sesuai dengan judul.	Prosedur kurang sistematis walaupun sesuai dengan judul.	Prosedur disusun secara sistematis namun tidak sesuai dengan judul.	Prosedur tidak sistematis dan tidak sesuai dengan judul.

No	Aspek Yang Dinilai	4	3	2	1
5	Gambar Desain produk	Rancangan jelas, kreatif, sesuai prinsip ilmiah dan kebutuhan	Rancangan cukup baik dan logis, namun kurang lengkap	Rancangan kurang logis atau tidak lengkap	Tidak mampu merancang dengan bimbingan

Tindak Lanjut Asesmen Formatif Proses Pembelajaran

Jika murid mendapatkan skor kurang dari 3 akan mendapatkan penguatan dari pendidik terkait kompetensi tersebut.

Asesmen Sumatif

Penilaian di akhir pembelajaran dilakukan dengan teknik non tes melalui penilaian produk dan presentasi. Penilaian ini untuk mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran.

Rubrik Penilaian Produk pembuatan Alat Distilasi Air Laut

No	Aspek yang Dinilai	Indikator Kinerja	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Produk						
1.	Alat Distilasi	Membuat alat distilasi yang dapat berfungsi dengan baik	Alat Distilasi berfungsi baik, rapi, dan sesuai desain	Alat Distilasi berfungsi, ada sedikit kendala teknis	Alat Distilasi berfungsi sebagian, kurang rapi atau tidak stabil	Alat Distilasi tidak dapat berfungsi atau tidak selesai
Presentasi						
2.	Penerapan Trigonometri (Matematika)	Menggunakan konsep perbandingan trigonometri dalam pembuatan Alat Distilasi.	Semua perhitungan tepat, konteks jelas, solusi aplikatif (misal: tinggi alat, sudut pancaran)	Terdapat kurang dari 2 perhitungan cukup tepat, konteks cukup relevan	Terdapat lebih dari 2 perhitungan kurang tepat, konteks kurang jelas	Tidak ada penerapan trigonometri atau tidak sesuai konteks
3.	Prosedur (IPAS)	Menjelaskan prosedur kerja yang logis dan aman dalam Proyek pembuatan Alat Distilasi Air Laut.	Prosedur lengkap, logis, aman, dan mempertimbangkan efisiensi	Prosedur cukup lengkap dan logis, ada sedikit kekurangan teknis	Prosedur kurang sistematis, beberapa langkah tidak relevan	Prosedur tidak sesuai atau tidak dapat dijalankan
4.	Analisis Kualitatif (Kimia)	Memaparkan proses pengujian air dengan metode sederhana dan mencatat hasilnya	Pengujian dilakukan dengan benar, hasil dicatat sistematis dan dianalisis	Pengujian cukup tepat, hasil dicatat dengan baik	Pengujian kurang tepat, pencatatan minim	Pengujian tidak sesuai atau tidak dilakukan

No	Aspek yang Dinilai	Indikator Kinerja	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
5.	Interpretasi Data (Kimia)	Menjelaskan hasil pengujian air dan mengaitkan dengan kualitas air	Penjelasan sangat jelas, menggunakan istilah ilmiah dan grafik pendukung	Penjelasan cukup jelas, ada grafik atau tabel sederhana	Penjelasan kurang tepat, minim grafik atau data	Penjelasan tidak sesuai atau tidak menunjukkan pemahaman

Penghitungan skor Asesmen Sumatif:

Total perolehan skor \times 5

Kriteria Ketuntasan Tujuan Pembelajaran:

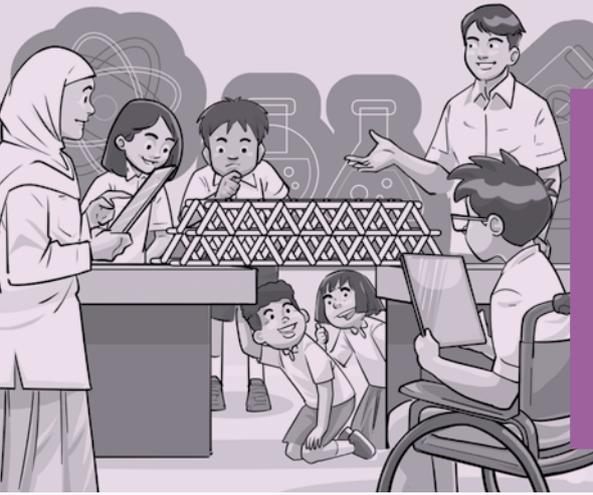
Sangat Baik : 91 - 100

Baik : 81 - 90

Cukup : 60 - 80

tidak baik : 0 - 60

Murid dianggap mencapai tujuan pembelajaran jika minimal termasuk dalam kategori Baik.



Contoh Perencanaan Pembelajaran Inklusi

Biopori untuk Sanitasi

Mata Pelajaran : Matematika dan IPAS
Fase/Kelas : Fase B/Kelas III
Semester : II (Genap)
Jumlah Pertemuan : 6 Pertemuan x 4 JP x 35 Menit (sesuai kebutuhan)

IDENTIFIKASI

Profil Murid

6. Murid Kelas III, terdiri dari 1 orang murid dengan hambatan intelektual dan 29 orang murid tipikal dengan kesiapan belajar yang berbeda-beda. Saat ini mereka sudah mampu mengidentifikasi sumber daya alam di lingkungan sekitar, memahami manfaat sumber daya alam yang ada di lingkungan sekitar, mendeskripsikan ciri bentuk bangun datar segi banyak (lingkaran), serta mengukur dan mengestimasi luas bangun dan volume menggunakan satuan tidak baku.
7. Farhan Abbas adalah murid dengan hambatan intelektual ringan. Dengan kemampuan memori jangka pendek yang rendah sehingga membuat ananda kesulitan dalam memfokuskan perhatian. Ia mudah terganggu oleh stimulus dari luar sehingga mengganggu proses pembelajaran. Dalam aspek berbahasa, Farhan Abbas mampu memahami informasi sederhana yang disampaikan oleh orang lain dan mampu menyampaikan ide dan pikirannya lewat bahasa lisan dan tulis dengan bahasa sederhana. Ia memiliki kemampuan dalam membaca kata dengan pola "kvkv". Kemampuan berhitung ananda, sudah mampu menyebutkan secara urut angka 1-20, dan melakukan operasi hitung penjumlahan dan pengurangan sederhana hingga 20. Farhan dapat membaca nyaring dengan cukup baik, meski tidak selalu memahami maknanya.

Dimensi Profil Lulusan

- | | | | |
|--|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> DPL 1
Keimanan dan Ketaqwaan
terhadap Tuhan YME | <input checked="" type="checkbox"/> DPL 3
Penalaran Kritis | <input checked="" type="checkbox"/> DPL 5
Kolaborasi | <input type="checkbox"/> DPL 7
Kesehatan |
| <input type="checkbox"/> DPL 2
Kewargaan | <input checked="" type="checkbox"/> DPL 4
Kreativitas | <input type="checkbox"/> DPL 6
Kemandirian | <input checked="" type="checkbox"/> DPL 8
Komunikasi |

DESAIN PEMBELAJARAN

Topik/Tema

Biopori untuk Sanitasi

Isu Permasalahan:

1. Permukaan tanah di halaman rumah, sekolah, atau tempat-tempat di daerah perkotaan pada umumnya tertutup aspal, semen, beton, *paving block*, atau lainnya. Sehingga saat turun hujan, air hujan tidak dapat meresap ke dalam tanah. Fenomena tersebut akan berdampak pada lingkungan, yaitu terjadinya banjir, pencemaran lingkungan, penurunan kualitas air, dan sebagainya.
2. Membuang sampah sembarang dapat mengakibatkan permukaan tanah tertutup sampah, sehingga air yang turun ke permukaan tanah tidak dapat meresap.
3. Perubahan iklim juga dapat mengubah pola curah hujan, menyebabkan periode kekeringan yang lebih lama diselingi dengan curah hujan ekstrem. Kondisi ini dapat memperburuk dampak banjir karena tanah menjadi lebih sulit menyerap air.
4. Permasalahan ini akan diselesaikan melalui pembelajaran STEM menggunakan alur engineering design process (EDP), yaitu: mengidentifikasi masalah terkait sanitasi dan pelestarian sumber daya alam (air), memikirkan solusi teknologi biopori, mendesain biopori, membuat biopori, menguji coba dan mengevaluasi biopori yang sudah dibuat, dan jika diperlukan mendesain ulang biopori.

Batasan Masalah

Topik perencanaan pembelajaran ini tentang bagaimana murid membuat biopori sebagai salah satu cara untuk menanggulangi dampak perubahan iklim. Batasan masalah dalam perencanaan pembelajaran ini adalah alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan biopori adalah pipa plastik dan bor biopori sederhana. Pembuatan biopori ini dilakukan dalam jangka waktu 2 minggu.

Kriteria Keberhasilan

Keberhasilan proyek *Biopori* dapat dilihat dari beberapa kriteria. Dalam proses pembuatan, murid reguler dan murid HI bekerja sama dengan baik. Terjadinya keselarasan dalam KBM baik murid reguler maupun murid dengan hambatan intelektual. Hasil produk yang dibuat mampu menghasilkan solusi untuk masalah yang berkaitan dengan pelestarian sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim. Selain itu baik murid reguler maupun murid dengan HI mampu mengukur diameter, jari-jari, tinggi, serta mengestimasi luas dan volume. Untuk murid reguler mampu menggunakan satuan baku berupa bilangan cacah. Dan murid dengan HI menggunakan satuan tidak baku berupa depa jengkal dan langkah kaki. Untuk estimasi volume menggunakan ukuran gelas. Proyek dinyatakan berhasil apabila daya serap air meningkat yang dibuktikan dengan air hujan/limpasan tidak lagi menggenang lama di permukaan tanah dan tanah di sekitar biopori terlihat lebih gembur dan lembab, serta lubang biopori tetap terjaga struktur dan fungsinya yang dibuktikan dengan dinding lubang tidak longsor/tertutup tanah kembali, dan lubang masih mampu menampung sampah organik baru secara berkala.

Tujuan Pembelajaran

Pembelajaran STEM dengan topik "Biopori untuk Sanitasi" mengembangkan dua dimensi ilmu, yaitu IPA dan Matematika yang diambil dari capaian pembelajaran pada satuan pendidikan umum.

Mata Pelajaran	Tujuan Pembelajaran
IPAS	Menghasilkan solusi untuk masalah yang berkaitan dengan pelestarian sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim Indikator untuk anak HI Menyebutkan solusi untuk masalah yang berkaitan dengan pelestarian sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim
Matematika	Mengukur dan mengestimasi luas bangun dan volume menggunakan satuan tidak baku dan satuan baku berupa bilangan cacah. Indikator untuk murid HI Mengukur dan mengestimasi panjang menggunakan satuan tidak baku (jari tangan/jengkal), dan volume dengan satuan tidak baku (genggam/sendok/gayung).

Analisis Aspek STEM

Integrasi STEM dalam Pembelajaran	
Science	1. Pelestarian sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim.
Technology	2. Biopori dari alat sederhana. 3. Menggunakan alat ukur panjang dengan satuan baku cm, dan satuan tidak baku untuk murid dengan HI.
Engineering	4. Merancang lubang biopori dengan mempertimbangkan ukuran, kedalaman, dan lokasi yang tepat. 5. Membuat lubang biopori. 6. Menganalisis kelebihan dan kekurangan lubang biopori.
Mathematics	7. Pengenalan bangun datar. 8. Mengukur diameter dan kedalaman lubang biopori. 9. Menghitung luas lingkaran (alas tabung). 10. Menghitung luas persegi (selimut tabung). 11. Menghitung volume tabung.

Praktik Pedagogis

Pendekatan Pembelajaran menggunakan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) yang mengintegrasikan dua bidang ilmu pengetahuan untuk memecahkan permasalahan di dunia nyata. Adapun sintaks model pembelajaran yang digunakan adalah *Project-Based Learning (PjBL)* Laboy-Rush, terdiri dari *reflection, research, discovery, application, dan communication*.

Kemitraan Pembelajaran

Dalam kegiatan ini dilakukan kemitraan dengan beberapa pihak sebagai berikut:

- f. Petugas kebersihan dan keindahan sekolah.
- g. Dinas Lingkungan Hidup (DLH). Dapat memberikan pelatihan, pendampingan, dan bantuan teknis dalam pembuatan biopori. Mereka juga dapat membantu dalam pengadaan alat dan bahan yang diperlukan.

Lingkungan Pembelajaran

1. Memberikan kesempatan kepada murid untuk mencari informasi sanitasi dan mengkomunikasikan hasil pembelajaran di ruang kelas dan halaman sekolah/ruang terbuka.
2. Memberikan kesempatan kepada seluruh murid untuk menyampaikan pendapatnya dalam ruang kelas dan halaman sekolah/ruang terbuka.
3. Memberikan kesempatan kepada seluruh murid untuk berani mencoba dan belajar mandiri dalam ruang kelas.

Pemanfaatan Digital

Kegiatan pembelajaran ini menggunakan pemanfaatan digital dan teknologi manual, sebagai berikut:

Teknologi Digital :

1. Video pembelajaran: Cara membuat biopori dan masalah lingkungan sekitar banjir (genangan air) akibat kurangnya resapan air.
2. Kamera/Kamera HP (pilihan jika tidak tersedia dapat diganti dengan alat gambar): Mengambil gambar ruang terbuka untuk diidentifikasi.
3. Printer (pilihan jika tidak tersedia dapat diganti dengan alat gambar): Mencetak gambar.

Teknologi manual:

1. Penggaris
2. Bor Biopori/Alat Pembuat Biopori

PENGALAMAN BELAJAR

Langkah-Langkah Pembelajaran



Pertemuan 1 (4JP x 35 menit)

Memahami (Berkesadaran dan Bermakna)

(Reflection)

1. Murid menjawab pertanyaan pemantik sederhana yang disampaikan oleh pendidik. Contoh pertanyaan yang dapat disampaikan oleh pendidik:

“Minggu lalu, kita sudah belajar tentang sumber daya alam, ada sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Coba sebutkan contoh sumber daya alam yang dapat diperbaharui?”

Murid dengan HI diberikan pertanyaan pemantik yang lebih konkrit dan sederhana.

Contoh: “Termasuk sumber daya alam apakah air? dapat diperbaharui atau tidak dapat diperbaharui?”

2. Pendidik merespon jawaban yang disampaikan oleh murid.
3. Seluruh murid melihat tayangan video atau gambar mengenai “Sanitasi yang Buruk” yang berada di lingkungan sekolah.



[Air Genangi Halaman Sekolah, Murid SDN PEMDA 4 Terpaksa Gunakan Sandal | Berita Terkini](#)



[Motion Graphic Sosialisasi Lubang Resapan Biopori](#)

4. Murid dan pendidik melakukan tanya jawab mengenai kondisi lingkungan sekolah. Contoh pertanyaan yang dapat disampaikan oleh pendidik: “Bagaimana pendapatmu mengenai isi video yang telah dilihat bersama?”, “Apakah di sekitar sekolah kita mengalami keadaan yang sama seperti di video?”

Murid dengan HI melakukan tanya jawab dengan pendidik mengenai hal yang berhubungan dengan isi tayangan video secara sederhana dengan mencoba mengungkapkan kembali tanpa mengidentifikasi video.

Contoh pertanyaan yang dapat disampaikan oleh pendidik:

“Apa yang kamu lihat dari video yang sudah kamu tonton?”

“Berasal dari mana air yang menggenang di halaman sekolah?”

“Kenapa air itu bisa menggenang?”

“Bagaimana caranya agar saat hujan tidak terjadi genangan air?”

5. Seluruh murid dibagi menjadi kelompok-kelompok kecil yang terdiri dari 5 orang. **Murid dengan HI dilibatkan dalam salah satu kelompok tersebut.** Murid diberi tugas untuk mencari beberapa alternatif solusi masalah genangan air dari berbagai sumber, seperti internet, buku, atau sumber lainnya yang relevan.

Murid dengan HI diberi tugas untuk mencari alternatif solusi masalah genangan air dengan pendampingan pendidik melalui tayangan video yang ada di youtube. [Cara Membuat Lubang Biopori / Resapan Air](#)

6. Setiap perwakilan kelompok, menyampaikan beberapa alternatif solusi masalah genangan air.

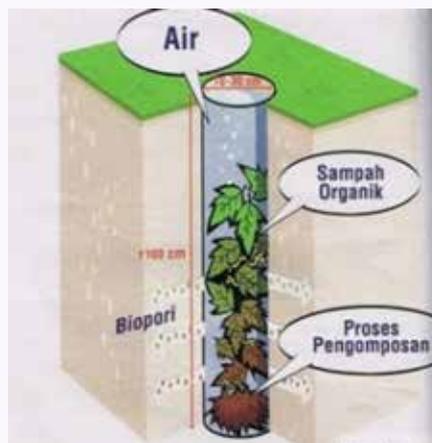
Contoh alternatif solusi:

- Membersihkan saluran air.
- Tidak membuang sampah sembarangan.
- Mengurangi penggunaan lantai semen atau cor untuk halaman.
- dan lainnya.

Murid dengan HI, menyebutkan alternatif solusi masalah genangan air.

7. Murid dan pendidik berdiskusi mengenai solusi sanitasi yang buruk sebagai upaya pelestarian sumber daya alam menggunakan alat bantu sederhana dalam kehidupan sehari-hari di lingkungan sekitar.

Pendidik menunjukkan gambar biopori dan menjelaskan secara lisan kepada murid dengan HI menggunakan bahasa sederhana bahwa membuat biopori merupakan salah satu solusi masalah sanitasi.



Gambar Biopori

Sumber: <https://bit.ly/CaraKerjaBiopori>

8. Pendidik dan murid menyimpulkan pembelajaran pada pertemuan pertama. Kesimpulan yang dapat diambil adalah biopori merupakan salah satu solusi upaya pelestarian sumber daya alam.
9. Murid mendengarkan penjelasan pendidik tentang satuan baku, cara mengukur jari-jari, diameter, dan tinggi tabung, menggunakan penggaris. menghitung luas alas tabung, dan volume tabung.

Murid dengan HI mendengarkan penjelasan pendidik tentang satuan tidak baku, seperti menjengkal, menggenggam, menyendok benda, dan lainnya.

10. Murid melakukan tanya jawab sederhana tentang satuan baku cara mengukur jari-jari, diameter, dan tinggi tabung, menggunakan penggaris. Menghitung luas alas tabung, dan volume tabung.

Contoh pertanyaan yang diajukan murid maupun pendidik.

"Apa yang dimaksud satuan baku?"

"Apa contoh satuan baku?"

"Apa gunanya satuan baku?"

"Bagaimana cara menghitung luas alas tabung?" dan seterusnya.

Pendidik memperagakan cara menjengkal, kemudian pendidik meminta murid dengan HI untuk menirukan gerakan tersebut. Selanjutnya pendidik melakukan tanya jawab sederhana.

Contoh pertanyaan yang dapat disampaikan oleh pendidik:

"Tahukah kamu, apa yang barusan kita lakukan?" "Apa namanya?"

"Coba kamu melangkah dari tempat dudukmu menuju papan tulis! Berapa jumlah langkah kaki dari tempat dudukmu ke papan tulis?"

dan seterusnya.

11. Murid diberi tugas untuk membawa kardus bekas, botol bekas, kertas warna, lem, dan gunting pada pertemuan selanjutnya.



Pertemuan 2 (4JP x 35 menit)

Memahami (Berkesadaran dan Bermakna)

(Research)

1. Pendidik menghadirkan ahli dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH). Murid dan **murid dengan HI** belajar langsung dari ahli.
2. Murid mengamati penjelasan yang disampaikan oleh ahli dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) tentang konsep biopori, ketentuan lubang biopori, cara pembuatan, manfaat lubang biopori, dll.

Murid dengan hambatan intelektual dapat melakukan aktivitas yang sama dengan temannya, jika membutuhkan dapat diberikan aktivitas seperti mewarnai gambar alat biopori, menjodohkan gambar dan keterangan gambar langkah-langkah pembuatan biopori.

LK BIOPORI untuk murid dengan hambatan intelektual:



Gambar Image generated using the prompt "Gambar Printable Anak Membuat Biopori".

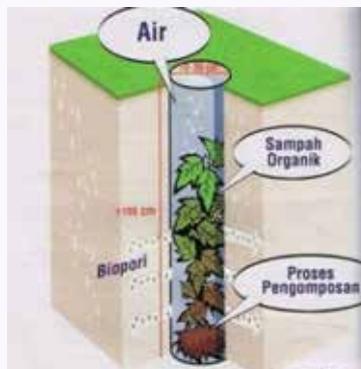
ChatGPT. 2025 (<https://chatgpt.com>)

Gambar Image generated using the prompt "Gambar Printable "Langkah Pembuatan Biopori".

ChatGPT. 2025 (<https://chatgpt.com>)

3. Seluruh murid mengamati bagaimana cara kerja biopori, melalui penjelasan ahli Dinas Lingkungan Hidup (DLH).

Murid dengan HI mendengarkan penjelasan cara kerja biopori yang disederhanakan oleh pendidiknya dengan bantuan gambar.



Gambar Cara Kerja Biopori

Sumber: <https://bit.ly/CaraKerjaBiopori>

4. Murid, Pendidik, dan ahli dari DLH, berkeliling sekolah untuk menentukan daerah mana saja yang sering becek dan tergenang air.

Murid dengan HI berkeliling dengan pendampingan teman sebaya.

5. Setelah mendengarkan arahan ahli dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) murid diberi tugas untuk membuat diorama sederhana dari bahan kardus dan kertas bekas yang telah dibawa murid.



Gambar. Image generated using the prompt "gambar diorama biopori dari barang bekas",

Sumber: ChatGPT. 2025 (<https://chatgpt.com>)

Murid dibebaskan berekspresi dalam pembuatan diorama dengan diberikan gambaran seperti gambar di atas dengan menggunakan alat dan bahan kardus bekas, botol bekas, kertas warna, lem, dan gunting

Murid dengan HI bersama dengan kelompoknya membantu untuk menggunting area diorama yang akan ditempelkan atau bisa membantu memberikan warna pada hasil diorama kelompok.

6. Murid dan pendidik melakukan tanya jawab secara lisan mengenai biopori. **Murid dengan HI serta Pendidik melakukan tanya jawab dengan bahasa sederhana.**



Pertemuan 3 (4JP x 35 menit)

Memahami (Berkesadaran , Bermakna, dan Menggembirakan)

(Discovery)

1. Murid menentukan daerah yang memiliki kemungkinan tergenang air dan berkeliling kembali untuk mendapatkan persetujuan pendidik mengenai daerah yang dipilih. Pendidik menyetujui atau menyarankan daerah lainnya jika belum sesuai.

Murid dengan HI mengikuti kegiatan pembelajaran dengan bimbingan teman sebaya.

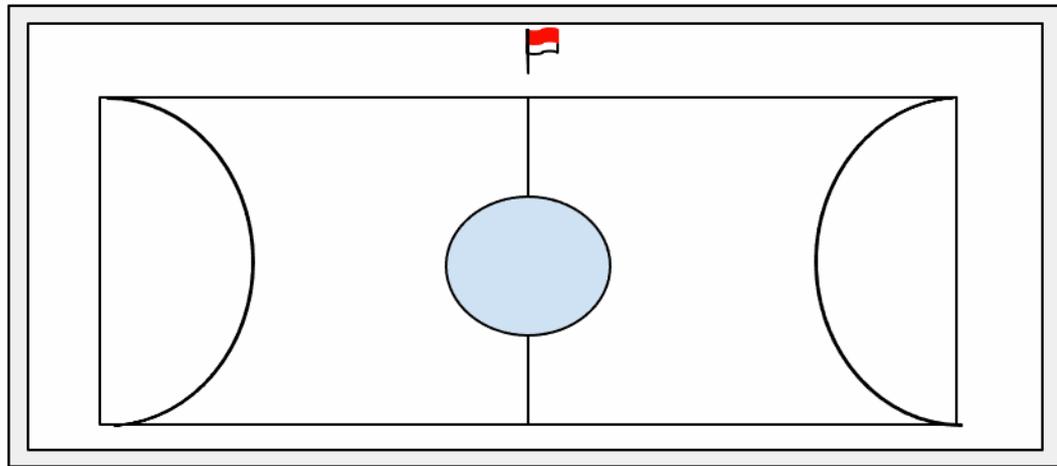
2. Murid melakukan wawancara dengan warga sekolah mengenai area sekolah yang sering tergenang.

Murid dengan HI memberikan pertanyaan dengan bahasa yang sederhana.

Contoh pedoman wawancara:

- Apakah anda nyaman dengan kondisi air tergenang?
- Apakah saat hujan, air di halaman sekolah selalu menggenang?

3. Setelah mendapatkan persetujuan pendidik, setiap kelompok memotret daerah terpilih dengan kamera, dan mencetaknya dengan printer. (Jika tidak ada kamera dapat diganti dengan membuat sketsa sederhana yang menunjukkan area yang dipilih.)



Gambar Contoh Sketsa Sederhana

Sumber: Dokumen Pribadi

Murid dengan HI menuliskan benda apa saja yang tampak (terlihat) menutupi tanah dengan bimbingan teman sekelompok.

4. Murid berdiskusi kelompok: dengan memperhatikan ketentuan yang telah dijelaskan oleh ahli biopori, murid menentukan berapa lubang yang akan dibuat, ukuran lubang, dan kedalaman lubang, jarak antarlubang, penguatan lubang, serta penutup lubang yang akan digunakan.

Murid dengan HI dengan arahan kelompok dan pendampingan pendidik bersama-sama menentukan lubang yang akan dibuat dengan penjelasan sederhana menggunakan satuan tidak baku dalam menentukan ukuran, kedalaman, jarak antarlubang dengan menggunakan jengkal, jarak ruas jari, dan depa.

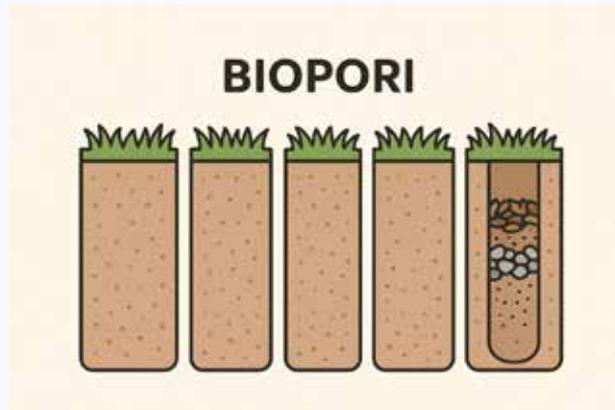
5. Anggota kelompok bersama-sama menuliskan hasil diskusi kelompok.

Murid dengan HI dengan bimbingan teman sekelompoknya menuliskan hasil diskusi mengenai ukuran, kedalaman, jarak antarlubang dengan pemahaman satuan tidak baku.

6. Murid membuat desain model resapan biopori dengan diameter dan ketinggian yang berbeda yang akan ditempatkan sesuai rencana lokasi lubang yang akan dibuat.

Murid dengan HI dengan bimbingan pendidik menggambar model resapan biopori dengan diameter satuan tidak baku dengan menggunakan jari dan ketinggian menggunakan jengkal.

Contoh desain biopori:



Gambar Contoh Desain Biopori dengan Berbagai Ukuran

Sumber Gambar: Image generated using the prompt "Gambar Biopori Banyak Ukuran", ChatGPT. 2025 (<https://chatgpt.com>)

7. Murid menghitung diameter lingkaran pada bahan biopori (pipa plastik), menghitung jari-jari dengan satuan baku (mistar), serta mengukur tinggi pipa plastik, mengukur luas alas tabung (lingkaran), mengukur luas selimut tabung (persegi panjang), dan menghitung volume tabung dengan satuan baku.

Murid dengan HI melakukan pengukuran diameter, jari-jari, dan tinggi menggunakan satuan tidak baku, serta menghitung volume dengan satuan tidak baku dengan cara memasukan pasir dengan cara digenggam atau ditakar dengan menggunakan sendok/gelas.



Gambar Mengukur dengan Jari

Sumber: Dokumen. Pribadi



Gambar Mengukur dengan Jengkal

Sumber: Dokumen. Pribadi

8. Murid mengerjakan Lembar Kerja (terlampir) mengenai diameter, jari-jari, tinggi pipa plastik, mengukur luas alas tabung (lingkaran), mengukur luas selimut tabung (persegi panjang), dan menghitung volume tabung dengan satuan baku.

Murid dengan HI mengerjakan Lembar Kerja untuk mengukur diameter, jari-jari dan tinggi menggunakan satuan tidak baku, serta menghitung volume dengan satuan

tidak baku dengan cara memasukan pasir dengan cara digenggam atau ditakar dengan menggunakan sendok/gelas yang ditulis sederhana di tabel LK. (LK terlampir: *LK Research*)

9. Murid menganalisa kebutuhan dalam pembuatan biopori dan **murid dengan HI** menuliskan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat biopori, dengan bimbingan teman sekelompok.
10. Murid membawa alat dan bahan pembuatan biopori sesuai dengan analisa, pada pertemuan berikutnya.

Alat dan Bahan Pembuatan Biopori:

1. Pipa Plastik
2. Dop Penutup Pipa
3. Tutup Pipa
4. Mistar
5. Alat Tulis
6. Bor Biopori
7. Bor Listrik



Pertemuan 4 (6JP x 35 menit)

Mengaplikasi (Berkesadaran , Bermakna, dan Menggembirakan)

(Application)

1. Murid, **murid dengan HI**, dan pendidik berdiskusi mengenai efektifitas penggunaan biopori.
2. Murid dan **murid dengan HI**, menuliskan langkah kerja proyek secara rinci pada LK yang telah disediakan. (LK terlampir)
3. Murid dan **murid dengan HI**, mengumpulkan dan membawa alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan biopori.
4. Murid dan **murid dengan HI**, melakukan kegiatan pembuatan biopori sesuai dengan rencana kelompok masing-masing yang telah disetujui. (Jika dibutuhkan dapat meminta bantuan dari petugas kebersihan dan keindahan sekolah)

Langkah-langkah pembuatan biopori:

1. Pilih Lokasi yang tepat untuk membuat biopori, sebaiknya di area terbuka yang terkena hujan seperti halaman rumah atau taman.
2. Basahi tanah di Lokasi yang akan dijadikan biopori agar air tanah menjadi lebih lunak dan mudah dilubangi.
3. Lubangi tanah dengan menggunakan bor tanah untuk membuat lubang dengan kedalaman tertentu. Pastikan lubang dibuat secara vertikal.
4. Masukkan pipa PVC ke dalam lubang. Pipa ini berfungsi untuk mencegah ambruknya tanah dan sebagai saluran untuk air.
5. Isi lubang dengan sampah organik.
6. Tutup lubang biopori dengan kawat besi atau penutup pipa PVC yang sudah dilubangi sebelumnya untuk mencegah penyumbatan.

5. Murid melakukan uji coba terhadap biopori melalui kegiatan berikut:
 - a. Daya serap air meningkat dari sebelumnya
 - Murid menyiramkan air satu ember penuh di sekitar lubang biopori,
 - Murid mencatat waktu yang dibutuhkan air sampai menyerap ke dalam tanah.
 - b. Lubang tetap terjaga struktur dan fungsinya.
 - Murid mengecek kembali posisi lubang biopori.
 - Murid mengecek kembali kondisi tanah.
6. Murid menganalisis hasil uji coba terhadap biopori. Apakah ukuran dan jumlah biopori yang dipilih telah sesuai?

Murid dengan HI, menghitung jumlah biopori yang telah dipasang.

7. Murid menilai kekurangan dan kelebihan biopori yang sudah dibuat.
8. Murid menyampaikan usulan perbaikan biopori.
9. Murid mendokumentasikan kegiatan mereka dengan mengumpulkan foto langkah pembuatan biopori dan menyusunnya dalam jurnal sederhana.

Murid dengan HI (dibimbing pendidik), membantu mendokumentasikan, dan mencoba untuk melakukan kegiatan pembuatan biopori dengan pembimbingan langsung.



Mengaplikasi (Bermakna dan Menggembirakan)

(Communication)

1. Pendidik menyampaikan informasi mengenai poster, dan menunjukkan contoh poster.



Gambar Contoh Poster Manual

Sumber: Dokumen Pribadi

2. Setiap kelompok membuat poster manual dengan teknik menggambar, menggunting, menempel, dan lain sebagainya. Hasil proyek (berisi judul proyek, proses dan manfaat biopori, cara kerja biopori, dan diperkuat oleh dokumentasi).

Murid dengan HI membantu proses pembuatan poster manual dengan mewarnai, menggambar, dan menempel gambar.

3. Pendidik memastikan seluruh murid mengerjakan tugas dengan tertib.



Pertemuan 6 (4JP x 35 menit)

Merefleksi (Menggembirakan dan Bermakna)

(Communication)

1. Karya murid dipamerkan pada pameran atau buletin sekolah atau *showroom* sekolah (jika ada). Jika tidak ada dapat dilakukan dengan menempelkan poster di majalah dinding (*mading*) sekolah.
2. Setiap kelompok mempresentasikan proyeknya di depan kelas. Murid dapat mengkomunikasikan bentuk adaptasi mitigasi perubahan iklim di lingkungan sekitar melalui pembuatan biopori untuk sanitasi.

Murid dengan HI dapat membantu presentasi dengan menunjukkan dokumentasi proyek, menceritakan masing-masing foto sesuai kemampuannya, serta membuka dan menutup kegiatan presentasi.

3. Pada saat presentasi, Pendidik melakukan refleksi dengan stimulus berupa pertanyaan.
Contoh pertanyaan untuk murid:
 - Bagaimana perasaan kalian setelah melakukan presentasi proyek?
 - Adakah hal yang terlewat disampaikan saat presentasi?
 - Apa yang ingin kamu lakukan selanjutnya untuk memperbaiki kekurangan pada presentasi hari ini?
 - Apa saja yang sudah kalian pelajari?
 - Adakah hal yang ingin kalian lakukan setelah belajar tentang biopori?

Contoh pertanyaan untuk murid HI

- **Apa yang sudah kamu pelajari?**
 - **Bagian mana dalam proyek yang menurutmu sulit?**
 - **Kegiatan apa yang paling kamu senangi?**
4. Pendidik mencatat semua jawaban yang disampaikan oleh murid.
 5. Setelah pembelajaran selesai, pendidik pun melakukan refleksi.
Contoh pertanyaan:
 - Bagaimana respon murid saat mengikuti pembelajaran?
 - Apakah tujuan pembelajaran tercapai?
 - Apa hambatan yang terjadi dalam kegiatan pembelajaran Biopori ini?

ASESMEN PEMBELAJARAN

Asesmen Formatif di Awal Pembelajaran

1. Mata Pelajaran IPAS

- a. Asesmen formatif untuk murid reguler: melakukan tanya jawab sederhana terkait video "Sanitasi yang Buruk" yang telah dipirsa (ditonton)

Contoh instrumen:

Sebutkan 3 contoh solusi untuk mengatasi masalah genangan air!

- b. Asesmen formatif untuk murid dengan HI: melakukan tanya jawab sederhana terkait video "Sanitasi yang Buruk" yang telah dipirsa (ditonton).

Contoh instrumen:

- Apa yang kamu lihat dari video yang sudah kamu tonton?
- Berasal dari mana air yang menggenang di halaman sekolah?
- Kenapa air itu bisa menggenang?
- Bagaimana caranya agar saat hujan tidak terjadi genangan air?

2. Mata Pelajaran Matematika

- a. Asesmen formatif untuk murid reguler: Melakukan tanya jawab sederhana tentang satuan baku, cara mengukur jari-jari, diameter, dan tinggi tabung, menggunakan penggaris. Menghitung luas alas tabung, dan volume tabung.

Contoh Instrumen:

- Apa yang dimaksud satuan baku?
- Apa contoh satuan baku?
- Apa gunanya satuan baku?
- Bagaimana cara menghitung luas alas tabung? dan seterusnya.

- b. Asesmen formatif untuk murid dengan HI: melakukan tanya jawab sederhana tentang satuan tidak baku.

Contoh instrumen:

- "Coba kamu melangkah dari tempat dudukmu menuju papan tulis! Berapa jumlah langkah kaki dari tempat dudukmu ke papan tulis?"

Asesmen Formatif pada Saat Pembelajaran Berlangsung Membuat Diorama Biopori

Mata Pelajaran	Tujuan Pembelajaran	Aspek yang dinilai	Kriteria Penilaian		
			Baik	Cukup	Kurang
IPAS	Menyebutkan solusi untuk masalah yang berkaitan dengan pelestarian sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim	<p>Membuat proyek Diorama Biopori, dengan langkah-langkah sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memotong kardus sesuai bentuk dan ukuran 2. Membuat miniatur pohon 3. Membuat miniatur rumput 4. Memberi warna lapisan tanah 5. Memberi warna langit 6. Memberi nama 7. Meletakkan botol bekas pada tempatnya 8. Mengisi botol bekas dengan kerikil/biji-bijian/kertas warna 	Murid mampu menyelesaikan 8 langkah pembuatan proyek diorama Biopori.	Murid mampu menyelesaikan 4-7 langkah pembuatan proyek diorama Biopori.	Murid mampu menyelesaikan 1-3 langkah pembuatan proyek diorama Biopori.

Asesmen Sumatif:

1. Asesmen Sumatif untuk Murid Reguler

Mata Pelajaran	Tujuan Pembelajaran	Aspek yang dinilai	Kriteria Penilaian		
			Baik	Cukup	Kurang
IPAS	Menyebutkan solusi untuk masalah yang berkaitan dengan pelestarian sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim	Menyebutkan solusi untuk masalah yang berkaitan dengan sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim.	Murid menyebutkan lebih dari 3 jenis solusi untuk masalah yang berkaitan dengan sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim.	Murid menyebutkan 2-3 jenis solusi untuk masalah yang berkaitan dengan sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim.	Murid menyebutkan 1 jenis solusi untuk masalah yang berkaitan dengan sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim.
		Membuat poster Biopori (Penilaian Kelompok) 1. isi poster sesuai dengan tema dan tujuan pembelajaran. 2. layout poster menarik 3. Semua anggota kelompok terlibat dalam pembuatan poster.	Murid mampu membuat poster Biopori sesuai dengan 3 indikator.	Murid mampu membuat poster Biopori sesuai dengan 2 indikator.	Murid mampu membuat poster Biopori sesuai dengan 1 indikator.
		Mempresentasikan hasil proyek Biopori	Murid mampu Mempresentasikan hasil proyek Biopori secara mandiri dengan lancar dan lengkap.	Murid mampu Mempresentasikan hasil proyek Biopori, dengan lancar, tetapi kurang lugas.	Murid mampu Mempresentasikan hasil proyek Biopori secara runtut dengan bantuan penuh pendidik.

Mata Pelajaran	Tujuan Pembelajaran	Aspek yang dinilai	Kriteria Penilaian		
			Baik	Cukup	Kurang
Matematika	Mengukur dan mengestimasi panjang menggunakan satuan tidak baku (jengkal), dan volume dengan satuan tidak baku (genggam).	Mengukur jari-jari dengan satuan baku, dengan indikator sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none"> Menempatkan titik nol dari penggaris pada titik pusat lingkaran. Menyebutkan jarak dari titik pusat lingkaran ke salah satu titik pada tepi lingkaran. 	Murid mampu menunjukkan 2 indikator dari penilaian yang ada.	Murid mampu menunjukkan salah satu indikator dari penilaian yang ada.	Murid belum mampu menunjukkan salah satu indikator dari penilaian yang ada.
		Mengukur diameter dengan satuan baku, dengan indikator sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none"> Menempatkan titik nol dari penggaris di sisi lingkaran sebelah kiri sejajar dengan titik tengah lingkaran sampai sisi lingkaran sebelah kanan atau sebaliknya. Menyebutkan panjang diameter sesuai dengan posisi angka terakhir dari penggaris yang sejajar dengan sisi lingkaran 	Murid mampu menunjukkan 2 indikator dari penilaian yang ada.	Murid mampu menunjukkan salah satu indikator dari penilaian yang ada.	Murid belum mampu menunjukkan salah satu indikator dari penilaian yang ada.

Mata Pelajaran	Tujuan Pembelajaran	Aspek yang dinilai	Kriteria Penilaian		
			Baik	Cukup	Kurang
		<p>Mengukur tinggi tabung dengan satuan baku, dengan indikator sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menempatkan titik nol dari penggaris (alat ukur lainnya) di bagian bawah tabung secara tegak lurus ke atas atau sebaliknya. 2. Menyebutkan tinggi tabung sesuai dengan posisi angka terakhir dari penggaris (alat ukur lainnya) yang sejajar dengan ujung tabung. 	Murid mampu menunjukkan 2 indikator dari penilaian yang ada.	Murid mampu menunjukkan salah satu indikator dari penilaian yang ada.	Murid belum mampu menunjukkan salah satu indikator dari penilaian yang ada.
		<p>Menghitung luas alas tabung dengan satuan baku, dengan indikator sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyebutkan rumus luas lingkaran. 2. Menentukan panjang jari-jari lingkaran. 3. Menentukan nilai kuadrat dari jari-jari tersebut. 4. Menentukan hasil kali kuadrat dengan nilai pi 	Murid mampu menunjukkan 4 dari indikator penilaian yang ada.	Murid mampu menunjukkan 2-3 dari indikator penilaian yang ada.	Murid mampu menunjukkan 1 dari indikator penilaian yang ada.

Mata Pelajaran	Tujuan Pembelajaran	Aspek yang dinilai	Kriteria Penilaian		
			Baik	Cukup	Kurang
		<p>Menghitung luas selimut tabung dengan satuan baku, dengan indikator sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyebutkan rumus luas selimut. 2. Mengukur jari-jari alas tabung. 3. Mengukur tinggi tabung. 4. Mengalikan jari-jari dengan tinggi tabung dan nilai pi. 	Murid menunjukkan 4 dari indikator penilaian yang ada.	Murid menunjukkan 2-3 dari indikator penilaian yang ada.	Murid menunjukkan 1 dari indikator penilaian yang ada.
		<p>Menghitung volume tabung dengan satuan baku, dengan indikator sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyebutkan rumus volume tabung. 2. Menghitung luas alas tabung. 3. Mengukur tinggi tabung. 4. Mengalikan luas alas tabung dengan tinggi tabung. 	Murid menunjukkan 4 dari indikator penilaian yang ada.	Murid menunjukkan 2-3 dari indikator penilaian yang ada.	Murid menunjukkan 1 dari indikator penilaian yang ada.

2. Asesmen Sumatif untuk Murid dengan Hambatan Intelektual

Mata Pelajaran	Tujuan Pembelajaran	Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian		
			Mandiri	Dengan bantuan	Bimbingan penuh
IPAS	Menyebutkan solusi untuk masalah yang berkaitan dengan pelestarian sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim	Menyebutkan solusi untuk masalah yang berkaitan dengan pelestarian sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim	Murid mampu menyebutkan lebih dari 3 solusi untuk masalah yang berkaitan dengan pelestarian sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim.	Murid mampu menyebutkan 2-3 solusi untuk masalah yang berkaitan dengan pelestarian sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim.	Murid mampu menyebutkan 1 solusi untuk masalah yang berkaitan dengan pelestarian sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim.
		Membuat poster Biopori (Penilaian Kelompok) 1. isi poster sesuai dengan tema dan tujuan pembelajaran. 2. layout poster menarik 3. Semua anggota kelompok terlibat dalam pembuatan poster.	Murid mampu membuat poster Biopori sesuai dengan 3 indikator.	Murid mampu membuat poster Biopori sesuai dengan 2 indikator.	Murid mampu membuat poster Biopori sesuai dengan 1 indikator.
		Mempresentasikan hasil proyek Biopori	Murid mampu Mempresentasikan hasil proyek Biopori secara mandiri dengan lancar dan lengkap.	Murid mampu Mempresentasikan hasil proyek Biopori, dengan lancar, tetapi kurang lugas.	Murid mampu Mempresentasikan hasil proyek Biopori secara runtut dengan bantuan penuh pendidik.

Mata Pelajaran	Tujuan Pembelajaran	Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian		
			Mandiri	Dengan bantuan	Bimbingan penuh
Matematika	Mengukur dan mengestimasi panjang menggunakan satuan tidak baku (jari tangan, jengkal), dan volume dengan satuan tidak baku (genggam/ sendok/ gayung).	Mengukur jari-jari dengan satuan tidak baku menggunakan jari tangan.	Murid mampu memposisikan jari-jari tangannya dari pusat lingkaran sampai tepi lingkaran dan menyebutkan jumlah jari yang dipergunakan.	Murid mampu melakukan salah satu dari dua hal berikut: memposisikan jari-jari tangannya dari pusat lingkaran sampai tepi lingkaran atau menyebutkan jumlah jari yang dipergunakan.	Murid belum mampu memposisikan jari-jari tangannya dari pusat lingkaran sampai tepi lingkaran dan menyebutkan jumlah jari yang dipergunakan.
		Mengukur diameter dengan satuan tidak baku menggunakan jari.	Murid mampu memposisikan jari-jari tangannya dari tepi lingkaran sebelah kiri sampai tepi lingkaran sebelah kanan dan menyebutkan jumlah jari yang dipergunakan.	Murid mampu melakukan salah satu dari dua hal berikut: memposisikan jari-jari tangannya dari tepi lingkaran sebelah kiri sampai tepi lingkaran sebelah kanan atau menyebutkan jumlah jari yang dipergunakan.	Murid belum mampu memposisikan jari-jari tangannya dari tepi lingkaran sebelah kiri sampai tepi lingkaran sebelah kanan dan menyebutkan jumlah jari yang dipergunakan.

Mata Pelajaran	Tujuan Pembelajaran	Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian		
			Mandiri	Dengan bantuan	Bimbingan penuh
		Mengukur tinggi tabung dengan satuan tidak baku menggunakan jengkal.	Murid mampu melakukan gerakan menjengkal dan menghitung jumlah jengkal dari bagian bawah tabung sampai bagian atas.	Murid mampu melakukan salah satu dari dua hal berikut: melakukan gerakan menjengkal atau menghitung jumlah jengkal dari bagian bawah tabung sampai bagian atas.	Murid belum mampu melakukan gerakan menjengkal dan menghitung jumlah jengkal dari bagian bawah tabung sampai bagian atas.
		Menghitung volume tabung dengan satuan tidak baku menggunakan gayung.	Murid mampu mengukur sampah organik dan menyebutkan jumlah sampah organik dalam satuan tidak baku gayung pada sebuah tabung.	Murid mampu melakukan salah satu dari dua kegiatan berikut: mengukur sampah organik atau menyebutkan jumlah sampah organik dalam satuan tidak baku gayung pada sebuah tabung.	Murid belum mampu mengukur sampah organik dan menyebutkan jumlah sampah organik dalam satuan tidak baku gayung pada sebuah tabung.

Rencana Tindak Lanjut

Hasil refleksi dan asesmen dijadikan bahan pendidik untuk menentukan tindak lanjut, apakah murid mencapai capaian pembelajaran yang telah ditentukan. Jika murid belum mencapai CP maka murid tersebut mendapatkan pengayaan dan remedial.

No.	Tujuan Pembelajaran	Deskripsi Keberhasilan dan Tindak Lanjut
1.	Menghasilkan solusi untuk masalah yang berkaitan dengan pelestarian sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim	<p>Murid diberi pengayaan dan melanjutkan pembelajaran apabila sudah dapat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyebutkan penyebab perubahan iklim dan pemanasan global 2. Menyebutkan dampak perubahan iklim dan pemanasan global 3. Membuat proyek purwarupa Biopori 4. Mempresentasikan hasil proyek Biopori, <p>Kegiatan remedial dilakukan jika tujuan pembelajaran belum tercapai.</p>
2.	Mengukur dan mengestimasi luas bangun dan volume menggunakan satuan tidak baku dan satuan baku berupa bilangan cacah.	<p>Murid diberi pengayaan dan melanjutkan pembelajaran apabila sudah dapat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengukur dan mengestimasi panjang dengan menggunakan satuan baku. Bagi murid dengan hambatan intelektual menggunakan satuan tidak baku. 2. Mengukur dan mengestimasi diameter lingkaran dengan menggunakan satuan baku. Bagi murid dengan hambatan intelektual menggunakan satuan tidak baku. 3. Mengukur dan mengestimasi jari-jari lingkaran dengan menggunakan satuan baku. Bagi murid dengan hambatan intelektual menggunakan satuan tidak baku. <p>Kegiatan remedial dilakukan jika tujuan pembelajaran belum tercapai.</p>

Rencana Tindak Lanjut Murid Dengan Hambatan Intelektual

Hasil refleksi dan asesmen dijadikan bahan pendidik untuk menentukan tindak lanjut, apakah murid dengan HI mencapai capaian pembelajaran yang telah ditentukan. Jika murid dengan HI belum mencapai CP maka murid tersebut mendapatkan pengayaan dan remedial.

No.	Tujuan Pembelajaran	Deskripsi Keberhasilan dan Tindak Lanjut
1.	Menyebutkan solusi untuk masalah yang berkaitan dengan pelestarian sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim.	<p>Murid diberi pengayaan dan melanjutkan pembelajaran apabila sudah dapat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Murid mampu menyebutkan solusi untuk masalah yang berkaitan dengan pelestarian sumber daya alam sebagai upaya mitigasi perubahan iklim. 2. Membuat proyek Diorama Biopori 3. Mempresentasikan hasil proyek Biopori
		<p>Kegiatan remedial dilakukan jika tujuan pembelajaran belum tercapai.</p>
2.	Mengukur dan mengestimasi panjang menggunakan satuan tidak baku (jari/jengkal) serta menghitung volume tabung dengan menggunakan satuan tidak baku genggam/sendok/gayung.	<p>Murid diberi pengayaan dan melanjutkan pembelajaran apabila sudah dapat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengukur jari-jari dengan satuan jari 2. Mengukur diameter dengan satuan jari 3. Mengukur tinggi tabung dengan satuan jengkal 4. Menghitung volume tabung dengan genggam/sendok/gayung.
		<p>Kegiatan remedial dilakukan jika tujuan pembelajaran belum tercapai.</p>

Lampiran 1:

LK Biopori

Nama Kelompok :

Anggota Kelompok :

(Pertemuan 1)

Problem:

Di lingkungan sekolah kita, sering terjadi genangan air sesaat setelah hujan turun. Genangan ini muncul di berbagai titik, seperti halaman sekolah, jalan menuju kelas, bahkan di sekitar area parkir dan taman. Meski terlihat sepele dan hanya berlangsung sementara, genangan ini bisa menjadi masalah serius jika terus dibiarkan. Oleh karena itu, kita bisa membantu memecahkan permasalahan ini dengan langkah sederhana.

Challenge:

Kamu diminta untuk membantu sekolah dalam memecahkan permasalahan ini dengan langkah sederhana yaitu dengan pembuatan Biopori. Tapi sebelum mulai pembuatan Biopori, lengkapilah lembar kerja di bawah ini!

Masalah:

Berdasarkan narasi di atas, tuliskan permasalahan lingkungan yang kamu temui terkait sumber daya alam (air) di sekolah! Cantumkan Foto/Sketsa Lingkungan yang Tergenang.

**Murid dengan Hambatan Intelektual menuliskan benda apa saja yang menutup permukaan tanah.*

Tuliskan kemungkinan solusi yang bisa dilakukan untuk menanggulangi masalah di atas!

**Murid dengan hambatan intelektual menuliskan minimal satu solusi untuk menanggulangi masalah tersebut.*

Tuliskan alasannya:

Research:

Latihan:

Alat dan Bahan:

1. Pipa Plastik dengan berbagai ukuran minimal 5 ukuran Pipa yang berbeda. Dengan tinggi Pipa Plastik 25-50 cm.
2. Mistar
3. Alat Tulis
4. LKM

Lengkapi Tabel di bawah ini!

Nomor Pipa	Diameter (cm)	Jari-Jari (cm)	Tinggi (cm)	Luas Alas (cm ²)	Luas Selimut (cm ²)	Volume (cm ³)
Pipa A						
Pipa B						
...						
Pipa J						

Ukuran pipa mana yang kamu pilih untuk proyek biopori?

Carilah informasi dari berbagai sumber tentang bentuk dan jenis-jenis biopori, tuliskan yang kamu temukan pada kolom ini!

Design:

Rancangan Biopori:

Dari informasi yang kamu peroleh tentang bentuk dan jenis-jenis biopori, buatlah rancangan biopori yang akan kamu buat untuk lingkungan sekolahmu! Gambarkan sketsa biopori, alat bahan yang diperlukan, dan bagaimana langkah-langkah pembuatannya pada kolom berikut. (Terdiri dari pemilihan alat dan bahan, diameter pipa, tinggi pipa, jarak lubang, bahan penutup lubang)

Mengapa kamu memilih desain tersebut?

Buatlah biopori sesuai dengan rancanganmu!

Lakukan uji coba pada biopori yang kamu buat dengan mengalirkan air pada lubang biopori, apakah dapat menyerap air dengan baik? Tuliskan Hasil Uji Coba mu pada kolom berikut!

Apa kelebihan dan kekurangan dari biopori yang kamu buat?

Tuliskan bagian-bagian yang ingin kamu perbaiki dari biopori yang kamu buat?

Lampiran 2:

LK Biopori untuk Murid dengan Hambatan Intelektual

Nama Murid :

Kelas :

Problem:

Di lingkungan sekolah kita, sering terjadi genangan air sesaat setelah hujan turun. Genangan ini muncul di berbagai titik, seperti halaman sekolah, jalan menuju kelas, bahkan di sekitar area parkir dan taman. Meski terlihat sepele dan hanya berlangsung sementara, genangan ini bisa menjadi masalah serius jika terus dibiarkan. Oleh karena itu kita bisa membantu memecahkan permasalahan ini dengan langkah sederhana.

Challenge:

Kamu diminta untuk membantu sekolah dalam memecahkan permasalahan ini dengan langkah sederhana yaitu dengan pembuatan Biopori. Tapi sebelum mulai pembuatan Biopori, lengkapilah lembar kerja di bawah ini!

Masalah:

Tuliskan benda apa saja yang menutup permukaan tanah!

Tuliskan minimal satu solusi untuk menanggulangi masalah tersebut!

Tuliskan alasannya:

Research:

Latihan:

Alat dan Bahan:

1. Pipa Plastik dengan berbagai ukuran minimal 5 ukuran Pipa yang berbeda. Dengan tinggi Pipa Plastik 25-50 cm.
2. Sendok
3. Gelas
4. Alat Tulis
5. LKM

Lengkapi Tabel di bawah ini!

Nomor Pipa	Panjang Jari-jari (Jari)	Panjang Diameter (Jari)	Panjang Pipa (Jengkal)	Volume (Satuan Tidak Baku/Sendok)	Volume (Satuan Tidak Baku/)
Pipa A					
Pipa B					
...					
Pipa E					

Ukuran pipa mana yang kamu pilih untuk proyek biopori?

Design:

Warnailah gambar biopori!

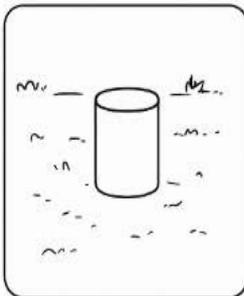


Lembar Kerja

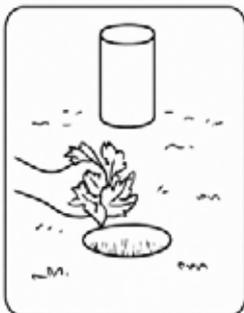
Nama Murid :

Kelas :

Pasangkan langkah-langkah pembuatan Biopori dengan keterangan yang tepat!



Sampah organik siap dimasukkan ke dalam biopori



Tanah lubang dengan bor biopori



Lubang biopori berbentuk tabung telah terbentuk

Salinlah langkah-langkah pembuatan biopori!



Contoh Perencanaan Pembelajaran SLB

Aksi Kecil Untuk Bumi "Vertical Garden"

Mata Pelajaran : Matematika dan IPA
Fase/Kelas : Fase F/XI
Semester : I
Jumlah Pertemuan : 15 JP @40 Menit (5x Pertemuan)
Disesuaikan dengan kebutuhan

IDENTIFIKASI

Profil Murid

Pada mata pelajaran matematika dan IPA, murid dengan hambatan intelektual ringan dan sedang kelas XI berada pada fase F, dengan deskripsi kemampuan sebagai berikut;

6. RIFKI

Pada pelajaran matematika sudah mengenal bangun ruang, sudah dapat membedakan jenis bangun ruang, sudah dapat menyusun bentuk bangun ruang, namun mengalami hambatan pada kemampuan motorik tangannya ketika memegang benda, Pada pelajaran IPA, Rifki sudah memahami konsep perubahan iklim, belum memahami konsep dampak perubahan iklim.

7. ANDIKA

Pada pelajaran matematika, sudah mengenal bangun ruang, sudah dapat membedakan jenis bangun ruang, dapat menyusun bangun ruang, Andika memiliki kecenderungan mudah bosan dan kerap mengganggu jika tidak diberikan aktivitas yang butuh konsentrasi.

Pada pelajaran IPA, Andika sudah memahami konsep perubahan iklim, belum memahami lebih lanjut untuk konsep dampak perubahan iklim.

8. FENDI

Pada mata pelajaran matematika, sudah mengenal bangun ruang, sudah dapat membedakan jenis bangun ruang, dapat menyusun bangun ruang. Pada pelajaran IPA, Fendi sudah memahami konsep perubahan iklim, belum memahami lebih lanjut konsep dampak perubahan iklim.

9. SIFA

Pada pelajaran matematika, sudah memahami konsep bangun ruang, sudah dapat mengelompok bentuk bangun ruang dengan instruksi berulang. Pada pelajaran IPA, Sifa sudah memahami konsep perubahan iklim, belum memahami lebih lanjut konsep dampak perubahan iklim.

Dimensi Profil Lulusan

1. Kolaborasi
2. Kreativitas
3. Kemandirian

DESAIN PEMBELAJARAN

Topik/Tema

Aksi kecil untuk bumi “*Vertical Garden*”

Isu Permasalahan:

Perubahan iklim dan pemanasan global memberikan dampak signifikan terhadap ketahanan pangan, peningkatan suhu, perubahan pola curah hujan dan bencana alam yang dapat mengganggu produksi pertanian, memengaruhi ketersediaan pangan dan dapat meningkatkan resiko kelaparan.

Dampak perubahan iklim dan pemanasan global tersebut dapat diantisipasi dengan memanfaatkan lahan terbatas yang ada di sekitar dengan cara membuat *vertical garden* untuk ditanami sayuran yang dapat dikonsumsi. *Vertical garden* dapat dibuat dengan memanfaatkan barang bekas, seperti botol plastik, pipa paralon, atau rak kayu, sehingga selain menghemat biaya juga membantu mengurangi sampah.

Permasalahan ini akan diselesaikan melalui pembelajaran PJBL menggunakan alur *engineering design process (EDP)*, yaitu: mengidentifikasi masalah terkait dan memikirkan solusi teknologi

“lahan terbatas dan ketahanan pangan” melalui *vertical garden*, mendesain *vertical garden*, membuat *vertical garden*, menguji coba dan mengevaluasi *vertical garden* yang sudah dibuat, serta jika diperlukan mendesain ulang *vertical garden*.

Batasan Masalah

Topik perencanaan pembelajaran ini tentang bagaimana murid membuat *vertical garden* sebagai salah satu cara untuk menanggulangi dampak perubahan iklim, dengan batasan masalah sebagai berikut:

1. Murid akan belajar tentang apa penyebab perubahan iklim, apa akibatnya bagi kehidupan dan bagaimana cara mencegah atau mengurangi dampaknya.
2. Menanggulangi dampak perubahan iklim untuk meningkatkan ketahanan pangan dengan cara membuat *vertical garden* yaitu menggunakan rak dari bahan paralon. Pot tanamannya dibuat dengan cara memanfaatkan barang bekas berbentuk tabung (botol bekas air mineral dan cup bekas minuman).
3. Tanaman yang ditanam dibatasi pada tanaman yang mudah dirawat, cepat panen dan bermanfaat, seperti kangkung, sawi, pakcoy.

Kriteria Keberhasilan

Keberhasilan proyek *vertical garden* dapat dilihat dari beberapa kriteria. Dalam proses pembuatan, murid bekerja sama dengan baik, menggunakan alat dan bahan dengan benar serta aman. Hasil produk yang dibuat harus kokoh, rapi, dan sesuai dengan rancangan, dengan susunan pot dari botol atau cup bekas minuman yang tertata serta tanaman yang ditanam dengan benar. Selain itu kebersihan dan kerapihan area kerja tetap terjaga. Proyek dinyatakan berhasil apabila tanaman yang dipilih sesuai kriteria, yaitu mudah dirawat, cepat panen, dan bermanfaat, sehingga *vertical garden* dapat digunakan sebagai contoh nyata upaya mengurangi dampak perubahan iklim dalam meningkatkan ketahanan pangan.

Tujuan Pembelajaran

1. IPA

Menceritakan penyebab perubahan iklim, pemanasan global dan dampaknya bagi kehidupan manusia serta penanggulangannya.

2. Matematika

Memanfaatkan benda-benda berbentuk bangun ruang dalam kehidupan sehari-hari.

Analisis Aspek STEM

<i>Science</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pemahaman tentang perubahan iklim dan pemanasan global • Pengetahuan tentang dampak dan cara menanggulangi dampak dari perubahan iklim dan pemanasan global
<i>Technology</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mencari informasi menggunakan komputer dan internet dengan bimbingan. • Menggunakan alat dan bahan sederhana dalam pembuatan <i>vertical garden</i> menggunakan pipa paralon
<i>Engineering</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mendesain rangka <i>vertical garden</i> • Membuat rangka <i>vertical garden</i> menggunakan pipa paralon
<i>Mathematics</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Memanfaatkan bentuk bangun ruang

Praktik Pedagogi

Sintak model pembelajaran yang akan digunakan adalah *Project based learning* (PJBL) Lucas dengan sintak sebagai berikut:

- c. Pertanyaan mendasar
- d. Desain proyek
- e. Membuat jadwal
- f. *Monitoring*
- g. Menguji hasil
- h. Evaluasi pengalaman

Lingkungan Pembelajaran

- a. Memberikan kesempatan kepada murid untuk melakukan aktivitas pembelajaran praktik langsung di lapangan/kebun sekolah, agar murid dapat berpikir kreatif dalam memanfaatkan lahan terbatas untuk menanggulangi perubahan iklim.
- b. Memberikan kesempatan kepada murid untuk menyampaikan pendapatnya terkait materi yang disampaikan pendidik di ruang kelas.
- c. Memfasilitasi murid untuk memanfaatkan berbagai sumber yang ada di lingkungan sekitar, lingkungan alam, sehingga murid memiliki rasa ingin tahu dalam memanfaatkan benda-benda di lingkungan sekitar.

Pemanfaatan Digital

- a. Video pembelajaran perubahan iklim serta dampaknya
- b. Video pembelajaran terkait proses pembuatan *vertical garden* sederhana
- c. Meteran digital dan meteran konvensional

Langkah-Langkah Pembelajaran



Pertemuan pertama

Memahami (bermakna, menggembirakan)

Pertanyaan Mendasar

1. Murid menjawab pertanyaan pemantik dari pendidik, tentang;
 - a. Apakah kamu merasa bahwa udara saat ini terasa lebih panas?
 - b. Kenapa ya sekarang udara sering panas?
 - c. Menurut kamu bagaimana caranya agar udara tidak terasa panas?
 - d. Jika udara terus panas, apa yang terjadi pada tanaman?
2. Murid menyimak video pembelajaran tentang penyebab perubahan iklim pada link: https://www.youtube.com/watch?v=29jyaPIWzFI&ab_channel=InfoBMKG. Video diunduh pada senin, tanggal 25 Agustus 2025.
3. Murid menceritakan isi video yang telah ditayangkan.
4. Murid menyimak penjelasan pendidik tentang dampak perubahan iklim terhadap lingkungan. Pendidik mengarahkan dampak perubahan iklim pada kondisi kekeringan yang menyebabkan ketersediaan pangan yang berkurang. Berikut penjelasannya:

Dampak Perubahan Iklim

- a. Suhu bumi meningkat (pemanasan global)
- b. Cuaca jadi ekstrim, sering hujan, banjir, kekeringan, musim tidak menentu
- c. Gangguan pada pertanian, tanaman seperti padi dan sayuran sulit tumbuh, petani rugi, kekurangan pangan

Cara mengatasi perubahan iklim

Ada beberapa hal yang dapat kita lakukan untuk mencegah perubahan iklim, diantaranya dengan:

- a. Tetap menjaga lingkungan agar bersih dan sehat, tidak membakar sampah sembarangan.
- b. Menanam tanaman di sekitar rumah, sekolah dan lingkungan, memanfaatkan lahan sempit yang ada di lingkungan sekolah dan rumah.
- c. Menghemat air dan listrik.
- d. Mengurangi bahan bakar dengan cara bersepeda atau berjalan kaki

(Sumber: <https://gaw-bariri.bmkg.go.id/index.php/karya-tulis-dan-artikel/gawsarium/243-perubahan-iklim>.

Diunduh: Selasa, 26 agustus 2025)

5. Murid berdiskusi tentang dampak perubahan iklim (kekeringan dan kekurangan bahan pangan) dan cara mengatasinya, dengan pertanyaan pemantik sebagai berikut:
 - "Apa yang terjadi saat musim kemarau?"
 - "Apakah petani bisa menanam sayuran saat kemarau?"
 - "Apakah di sekolah kita bisa ditanami sayuran"? "Jika bisa, bagaimana caranya?"
6. Murid menceritakan hasil diskusi tentang penyebab perubahan iklim, dampak perubahan iklim (kekeringan dan kekurangan bahan pangan) dan cara mengatasinya.
7. Pendidik mengajak murid untuk mengamati lingkungan sekolah dan melakukan tanya jawab terkait pengamatan yang mereka lakukan di lingkungan sekolah.
 - a. Menurut kalian apakah sekolah kita memiliki banyak tanaman/memiliki kebun?
 - b. Apa yang bisa kita lakukan agar halaman sekolah terasa tidak gersang dan panas?
 - c. Bagaimana jika sekolah kita tidak memiliki tempat yang luas untuk menanam tanaman? Apakah kita bisa menanam? jika bisa, bagaimana caranya?
 - d. Apakah kita bisa memanfaatkan benda yang ada disekitar untuk media menanam tanaman?
8. Murid mencatat hasil pengamatannya di lingkungan sekolah dan menyampaikannya saat pembelajaran, seperti: halaman sekolah gersang dan panas, lahan sempit dan banyaknya sampah botol air mineral yang kurang dimanfaatkan.
9. Murid dan pendidik mendiskusikan solusi yang bisa dilakukan untuk memanfaatkan lahan sempit untuk menanam sayuran. Pendidik menyediakan beberapa solusi dalam bentuk gambar.





Sumber: Dokumen pribadi penulis

10. Murid diminta untuk memilih salah satu solusi dan menyampaikan pendapatnya dengan pertanyaan pemantik sebagai berikut:
 - a. Apakah solusi yang kamu pilih bisa diterapkan pada lahan terbatas?
 - b. Menurutmu, solusi mana yang paling sesuai untuk lahan terbatas yang ada di sekolah?
11. Murid membuat kesimpulan tentang perubahan iklim, dampak dan cara mengatasinya dengan memanfaatkan lahan sempit untuk menanam sayuran.



Pertemuan kedua

Mengaplikasi (bermakna,berkesadaran, menggembarakan)

Desain Proyek

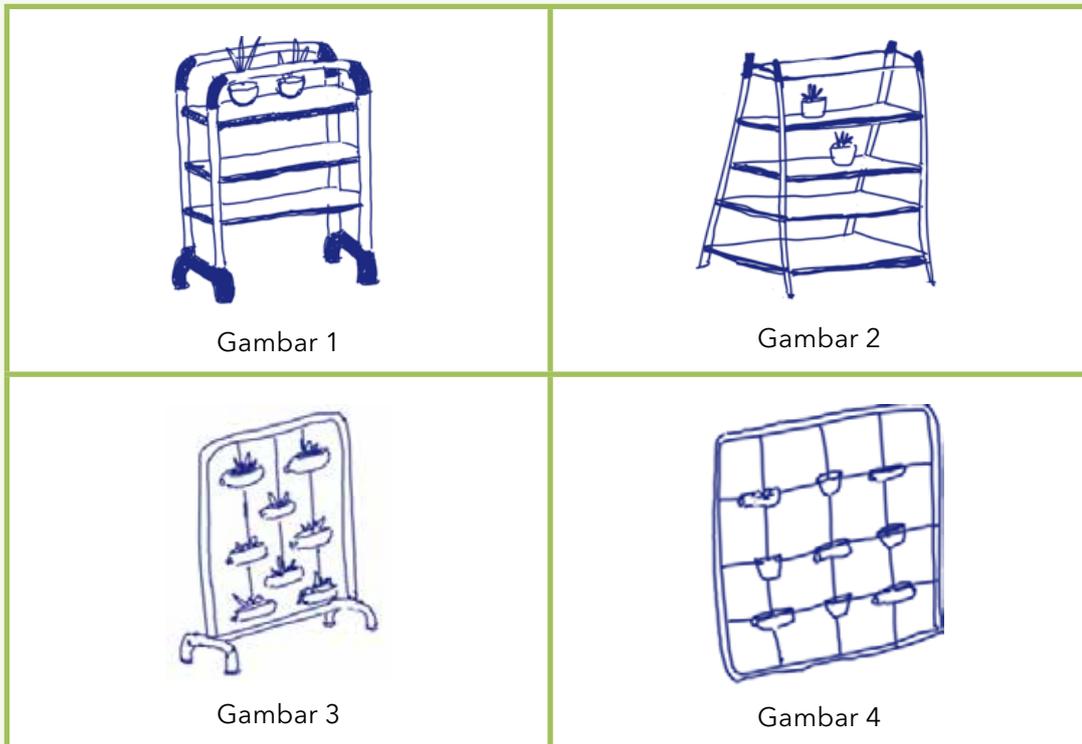
1. Pendidik mengajak murid untuk mengingat kembali materi pada pertemuan sebelumnya dengan memberikan pertanyaan;
 - a. Siapa yang masih ingat apa itu perubahan iklim?"
 - b. "Apa saja dampak dari perubahan iklim?"
 - c. "Bagaimana cara kita mengatasi dampak perubahan iklim?"
2. Pendidik menghubungkan jawaban murid dengan solusi nyata untuk mengurangi dampak perubahan iklim, salah satunya dengan menanam tanaman di lahan terbatas dengan *vertical garden*.
3. Murid menyimak penjelasan pendidik tentang konsep *vertical garden* sebagai cara menanam tanaman di ruang terbatas melalui gambar dan sumber bacaan.

https://hortikultura.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2024/10/BUKU-PEDOMAN-CARA-PRAKTIS-MEMBUAT-TAMAN-VERTIKAL_watermark.pdf (Diunduh selasa, 26 Agustus 2025)

Vertikal garden (atau *taman vertikal*) adalah sistem penanaman tanaman secara tegak lurus atau vertikal, biasanya pada dinding atau struktur khusus, sebagai alternatif dari taman horizontal tradisional. Taman ini sering digunakan untuk menghemat ruang, mempercantik dinding, dan menambah unsur hijau pada lingkungan urban atau lahan sempit

- Murid mengamati gambar *vertical garden* dan menentukan pilihan referensi desain *vertical garden* melalui gambar berikut:

Contoh desain *vertical garden*



sumber: dokumen pribadi penulis

- Murid mengidentifikasi desain *vertical garden* yang akan dibuat dan menentukan bentuk bangun ruang apa saja yang ada dalam rancangan desain *vertical garden* tersebut.



Gambar bangun ruang dalam desain *vertical garden*
sumber: dokumen pribadi penulis

6. Murid mendata alat dan bahan yang ada disekitar dengan mengisi lembar kerja sebagai berikut:



PENDATAAN ALAT DAN BAHAN UNTUK VERTICAL GARDEN

Nama : _____

Kelas : _____

Ikutilah langkah kegiatan berikut!

1. Amati contoh desain vertical garden yang sudah kamu pilih
2. Isilah tabel dibawah ini dengan memberikan tanda ceklist pada nama alat, bahan yang diperlukan serta jumlahnya

No	Nama Alat dan Bahan	Jumlah yang dibutuhkan	Ada	Tidak
1	Paralon uk. 50 cm	8		
2	Paralon uk.25 cm	4		
3	Paralon uk. 10 cm	4		
4	Paralon uk. 6 cm	4		
5	Paralon siku	8		
6	Paralon T	8		
7	Triplek 9 Inchi uk 25cmx70cm	2		



Membuat Jadwal

7. Murid bersama pendidik membuat kesepakatan tentang jadwal kegiatan proyek menanam sayuran dengan menggunakan media rak paralon *vertical garden*.

Pelaksanaan	Penjelasan kegiatan proyek
Tahap 1	Merancang <i>vertical garden</i> dan menentukan alat, bahan untuk membuat rak <i>vertical garden</i>
Tahap 2	Membuat dan merakit rak vertikal garden menggunakan pipa paralon
Tahap 3	Menyiapkan benih, media tanam dan menanam tanaman
Tahap 4	Melakukan perawatan lanjutan terhadap tanaman



Pertemuan ketiga

Mengaplikasi (menggembirakan, bermakna, berkesadaran)

Monitoring

Pelaksanaan proyek tahap 1

(Merancang *vertical garden* dan menentukan alat, bahan untuk membuat rak *vertical garden*)

1. Murid diajak untuk mengeksplor benda-benda berbentuk tabung yang ada disekitar lingkungan sekolah.
misalnya: mengumpulkan botol plastik, kaleng, gelas plastik, dan sejenisnya
2. Murid menentukan benda-benda berbentuk tabung yang dapat dimanfaatkan untuk membuat *vertical garden* seperti botol plastik bekas air mineral, gelas plastik bekas minuman serta kaleng bekas yang dapat dijadikan pot tanaman dan pipa paralon yang dapat dijadikan rak *vertical*.
3. Murid membuat rancangan *vertical garden* berdasarkan informasi yang sudah mereka peroleh pada pertemuan sebelumnya dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut;
4. Murid menentukan bentuk *vertical garden* yang sesuai dengan kondisi lahan di sekolah, termasuk menentukan jenis tanaman sayur dan jumlah tanaman yang diperlukan. Contoh dalam aktivitas kali ini adalah murid memilih desain *vertical garden* sebagai berikut:



Gambar bentuk *vertical garden* yang dipilih menggunakan rak

5. Murid dan pendidik menyiapkan alat dan bahan yang digunakan untuk membuat rak *vertical garden*.
 - a. Pipa paralon berjumlah 20 buah dengan diameter $\frac{3}{4}$ inch yang terdiri dari;
 - Pipa paralon berukuran 50 cm sebanyak 8 pcs
 - pipa paralon berukuran 25cm sebanyak 4 pcs
 - pipa berukuran panjang 10 cm sebanyak 4 pcs
 - pipa berukuran panjang 6 cm sebanyak 4 pcs
6. Konektor paralon berbentuk T dan konektor siku masing-masing berjumlah 8 pcs
7. triplek uk. 75cm x 25cm (2pcs)

Pelaksanaan proyek tahap 2

(Membuat dan merakit rak vertikal garden menggunakan pipa paralon)

1. Murid melaksanakan aktivitas "membuat rak vertikal garden" dengan langkah-langkah sebagai berikut:



- a. ambil dua buah paralon ukuran 50 cm kemudian masing-masing sisi paralon disambungkan dengan sambungan siku.



- b. kemudian ambil pipa paralon yang berukuran 10 cm sebanyak 4 buah untuk disambungkan pada sambungan yang pertama.
- c. setelah terpasang, pasang dengan sambungan pipa T, Pada setiap sisi.



- d. Pasang paralon ukuran 25 cm pada siku untuk sambungan bawah, lakukan pada kedua sisi paralon yang sudah dipasang sambungan T



- e. pasang kembali pipa sambungan yang berukuran 50 cm pada setiap sisi ke arah atas.



- f. Pasang konektor berbentuk T pada kedua paralon yang sudah diberi sambungan



- g. Masukkan paralon 6 cm ke dalam pipa sambungan T



- h. Pasangkan konektor pada ke empat sisi paralon kemudian pasang paralon ukuran 50cm pada kedua sisinya.



- i. Letakan triplek pada rak sebagai alas untuk meletakkan tanaman



2. Langkah-langkah membuat rak *vertical garden* dapat dilihat dari video pada link: <https://youtu.be/pH7uc8LmHeE>



Pertemuan keempat

Mengaplikasikan (berkesadaran dan menggembirakan)

Menguji Hasil

Pelaksanaan proyek tahap 3

(Menyiapkan benih, media tanam dan menanam tanaman)

1. Murid memilih jenis tanaman sayuran yang akan ditanam dan diletakan pada rak *vertical garden*.
 - a. Mengamati contoh sayuran yang akan ditanam, seperti; bayam, kangkung, sawi hijau, dan pakcoy
 - b. Membandingkan beberapa tanaman sayur dengan mempertimbangkan waktu tanam dan tanaman yang cocok di tempat kecil seperti botol bekas air mineral atau gelas bekas minuman



Kangkung
Waktu tanam 22 s.d 35 hari



Pakcoy
Waktu tanam 22 s.d 40 hari



Bayam

Waktu tanam 20 s.d 40 hari



Sawi hijau

Waktu tanam 25 s.d 60 hari

Sumber: Dokumentasi pribadi penulis

- d. Memilih jenis sayuran yang memiliki waktu tanam 20 sampai 30 hari.

KEGIATAN MEMILIH TANAMAN SAYUR

Nama Peserta Didik:
Tanggal:

Instruksi untuk Murid

1. Pilih salah satu jenis sayuran yang ingin kamu tanam.
2. Amati contoh sayuran: bayam, kangkung, sawi hijau, dan pakcoy.
3. Bandingkan sayuran tersebut: mana yang cepat ditanam, mana yang cocok ditanam pada tempat kecil (botol/gelas bekas).
4. Tandai (✓) pilihanmu di tabel berikut.

Aspek yang diamati		
Memilih 1 Jenis Tanaman Sayur		
Membandingkan waktu tanam		
Menjelaskan pilihan sayur yang di akan ditanam		

2. Murid bersama pendidik menyiapkan daftar pengamatan pertumbuhan tanaman sayur yang akan mereka tanam.

Contoh lembar kerja pengamatan pertumbuhan tanaman dari hari ke 1 - 30.



LEMBAR PENGAMATAN

Nama : _____ Kelas : _____



Setelah melakukan kegiatan menanam, amatilah pertumbuhan dan perkembangan tanamanmu dengan mengisi lembar pengamatan berikut!

Nama Tanaman : _____

No.	Fase Pertumbuhan	Hari Ke-	Kondisi Tanaman



Selamat Mengerjakan



3. Murid menyimak penjelasan pendidik tentang persiapan untuk menanam tanaman sayur.

Langkah-langkah menanam tanaman sayur

- a. Siapkan bibit tanaman sayuran (kangkung, bayam, sawi atau pakcoy) yang sudah disemai terlebih dahulu



Gambar 1: bibit tanaman sayur

- b. Siapkan botol bekas air mineral yang sudah dipotong bagian atasnya, gelas plastik bekas minuman yang akan dijadikan tempat menanam tanaman sayur
- c. Siapkan media tanam yang terdiri dari tanah dan pupuk dengan komposisi 2:1, dengan langkah-langkah sebagai berikut:
- Siapkan 2 gelas cup mineral ukuran 350ml tanah
 - Siapkan 1 gelas pupuk kandang
 - Campurkan tanah dan pupuk secara merata



Gambar 2: media tanam campuran tanah dan pupuk kandang

- d. Ambil botol bekas air mineral dan gelas plastik bekas minuman, isi dengan $\frac{3}{4}$ media tanam, buat lubang tanam ditengahnya kemudian letakkan bibit pakcoy, sawi hijau, kangkung atau bayam ke dalam lubang di tengahnya dan tutup kembali dengan tanah.



Gambar 3: mengisi media tanam dan menanam bibit

- e. Siram air secukupnya, jangan terlalu basah (jika menggunakan semprotan air cukup 1 semprot)
4. Murid menempelkan label pada tanaman yang berisi nama tanaman sayur, nama murid dan tanggal menanam.



Gambar 4: menempelkan label pada tanaman

5. Murid meletakkan tanaman sayuran yang telah ditanam pada rak *vertical garden* yang telah disiapkan.



Gambar: dokumentasi pribadi penulis

6. Murid dan pendidik melakukan uji struktur rak *vertical garden*, untuk mengukur kekuatan/kokoh tidaknya rak yang telah dibuat.
Langkah-langkah uji struktur rak *vertical garden*:
 - a. Mengamati apakah rak mampu menahan beban
 - b. Memastikan tidak ada sambungan yang longgar
 - c. Memastikan tidak ada paralon yang melengkung
 - d. Memastikan tinggi rak sesuai,, semakin tinggi rak semakin rentan terhadap ketahanan.

CEKLIST UJI STRUKTUR RAK VERTICAL GARDEN

Nama :

Berilah tanda ceklist pada kolom yang sesuai dengan pengamatan!

Kelompok :

Aspek Pengamatan	Ya	Tidak	Keterangan
Rak mampu menahan beban dengan baik			
Sambungan rak cukup kuat			
Paralon lurus tidak melengkung			
Tinggi rak sudah sesuai, tidak terlalu tinggi			

Kesimpulan

7. Murid membuat kesimpulan dari hasil uji coba struktur rak vertical garden yang sudah dibuat. Dari hasil uji struktur rak *vertikal garden* tersebut dapat diketahui, apakah rak cukup kuat atau kurang kuat, jika kurang kuat, maka dilakukan perbaikan.

Pelaksanaan proyek tahap 4

(Melakukan perawatan lanjutan terhadap tanaman)

Perawatan tanaman dilakukan selama masa periode tanam, 20 sampai 30 hari.

1. Murid melakukan perawatan tanaman dan mengamati kekuatan dari *vertikal garden* yang telah dibuat, dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Menyiram setiap pagi
 - b. Mengamati kondisi tanaman (kering, layu atau segar)
 - c. mengecek vertikal garden berdiri kokoh atau miring
 - d. Mengamati sambungan paralon, kuat atau longgar
 - e. Mengamati beban tanaman pada ,vertical garden, kuat atau terlalu berat
2. Pendidik melakukan penilaian menggunakan lembar pengamatan. Lembar pengamatan pengecekan jadwal murid.

Nama :

Kelas :

Aspek yang di amati	Ya	Tidak
Murid menyiram tanaman setiap pagi		
Murid mengamati kondisi tanaman		
Mengecek kondisi rak <i>vertical garden</i>		
Murid mengamati sambungan paralon		
Murid mengamati tanaman		

3. Murid membuat catatan, apa saja yang sudah baik dan yang harus diperbaiki berdasarkan penjelasan dari pendidik.



Pertemuan kelima

Merefleksikan (berkesadaran, bermakna dan menggembirakan)

Evaluasi Pengalaman

1. Murid mempresentasikan hasil proyek *vertical garden* yang sudah dilakukan.
2. Murid dan Pendidik melakukan refleksi pembelajaran yang telah dilakukan tentang tema aksi kecil untuk bumi "*Vertical Garden*".
 - a. Refleksi murid
 - Apakah kalian merasa senang ketika melakukan proyek *vertical garden*?
 - Mengapa kita perlu menanam tanaman di sekitar sekolah?
 - Apakah ada hal yang sulit saat kamu membuat proyek *vertical garden*?
 - Apa yang akan kamu lakukan jika sudah dapat membuat *vertical garden*?
 - Apa yang akan kamu lakukan jika masih menemukan kesulitan saat membuatnya?
 - b. Refleksi pendidik
 - Apakah pendekatan pembelajaran sudah sesuai dengan materi yang diajarkan?
 - Apakah waktu yang digunakan sudah sesuai dengan kedalaman materi?
 - Apakah media pembelajaran yang digunakan sudah tepat?
 - Apakah materi yang diajarkan ada manfaatnya bagi murid?

ASESMEN

Asesmen formatif

Jenis tes : Observasi

Bentuk tes : Unjuk Kerja

lembar pengamatan pembuatan rak *vertical garden*

Nama Murid :

Kelas :

Aspek yang diamati	Ya	Tidak
Mengikuti instruksi pendidik		
Memilih alat dan bahan yang digunakan untuk membuat <i>vertical garden</i>		
Mengelompokkan pipa berdasarkan ukuran		
Memasang rangka <i>vertical garden</i> sesuai dengan desain rancangan		
Bekerjasama dengan teman/kelompok		
Merapikan alat dan bahan yang sudah selesai digunakan		
Memilih tanaman yang mudah tumbuh dan dirawat		

Asesmen sumatif

Jenis Tes : Lisan dan Unjuk Kerja

Bentuk Tes unjuk kerja : Praktik dan Presentasi

Instrumen asesmen Lisan

1. Apa saja yang menyebabkan perubahan iklim?
2. Sebutkan dampak dari perubahan iklim!
3. Jelaskan cara menanggulangi dampak perubahan iklim!
4. Sebutkan contoh benda berbentuk tabung yang dapat digunakan untuk membuat rak *vertical garden*!

Instrumen asesmen Unjuk kerja

1. Mengelompokkan benda bangun ruang berdasarkan ukuran yang akan digunakan untuk membuat rak vertikal *garden*
2. Membuat rangka vertikal *garden*
3. Menceritakan penyebab perubahan iklim, dampak perubahan iklim dan cara mengatasinya dengan bahasa sendiri.

Rubrik penilaian

1. Mengelompokkan benda bangun ruang berdasarkan ukuran yang akan digunakan untuk membuat *vertikal garden*

Aspek yang diamati	Baik (3)	Cukup (2)	Butuh Bimbingan (1)
Mengelompokkan benda bangun ruang sesuai dengan panjang ukurannya	Mengelompokkan 4 buah benda sesuai dengan panjang ukurannya	Mengelompokkan 3 buah benda sesuai dengan panjang ukurannya dengan bantuan verbal	Mengelompokkan 2 buah benda sesuai dengan jenisnya dengan bantuan verbal dan fisik
Mengelompokkan benda bangun ruang sesuai dengan fungsinya.	Mengelompokkan 4-5 buah benda sesuai dengan fungsinya secara mandiri	Mengelompokkan 3 buah benda sesuai dengan fungsinya dengan bantuan verbal	Mengelompokkan buah benda sesuai dengan fungsinya dengan bantuan verbal dan fisik

Keterangan kriteria penilaian :

Jumlah aspek yang diamati = 2

Skor maksimal = 6

Nilai maksimal = 100

$$\text{Nilai Murid} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100\%$$

Lembar penilaian mengelompokkan bangun ruang berdasarkan ukuran

No	Nama Murid	Skor Perolehan	Skor Nilai	Deskripsi Nilai
1	SP	5	83,3	...
2				
3				

2. Membuat rak vertikal garden

Aspek Penilaian	Baik (3)	Cukup (2)	Kurang (1)
Menyiapkan alat dan bahan	Menyiapkan alat dan bahan dengan benar dan secara mandiri	Menyiapkan alat dan bahan dengan benar dengan bantuan verbal	Menyiapkan alat dan bahan dengan bantuan verbal fisik
Membuat desain	Membuat desain dengan benar secara mandiri	Membuat desain dengan bantuan verbal	dapat membuat desain dengan bantuan verbal dan fisik
Menyambungkan pipa paralon	Menyambungkan pipa paralon membentuk rak dengan rapi dan mandiri	menyambungkan pipa paralon membentuk rak dengan bantuan verbal	menyambungkan pipa paralon membentuk rak dengan bantuan verbal dan fisik

Keterangan kriteria penilaian :

Jumlah aspek yang penilaian = 3

Skor perolehan maksimal = 9

Nilai maksimal = 100

$$\text{Nilai Murid} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100\%$$

Lembar penilaian membuat proyek *vertical garden*

No	Nama Murid	Skor Perolehan	Skor Nilai	Deskripsi Nilai
1	SP	8	88	...
2				
3				

3. Ceritakan penyebab perubahan iklim, dampak perubahan iklim dan cara mengatasinya dengan bahasamu sendiri!

Aspek Penilaian	Baik (3)	Cukup (2)	Kurang (1)
Menceritakan penyebab perubahan iklim	Menceritakan penyebab perubahan iklim sesuai dengan yang telah diajarkan dengan bahasa yang mudah pahami secara mandiri	Menceritakan penyebab perubahan iklim sesuai dengan yang telah diajarkan dengan bantuan verbal	Menceritakan penyebab perubahan iklim sesuai dengan yang telah diajarkan dengan dibantu secara verbal dan gesture
Menceritakan dampak perubahan iklim	Menceritakan dampak perubahan iklim sesuai dengan yang telah diajarkan secara mandiri	Menceritakan dampak perubahan iklim sesuai dengan yang telah diajarkan dengan bantuan verbal	Menceritakan dampak perubahan iklim sesuai dengan yang telah diajarkan dengan dibantu secara verbal dan gesture
Menceritakan cara mengatasi perubahan iklim	Menceritakan cara mengatasi perubahan iklim sesuai dengan yang telah diajarkan secara mandiri	Menceritakan cara mengatasi perubahan iklim sesuai dengan yang telah diajarkan dengan bantuan verbal	Menceritakan cara mengatasi perubahan iklim sesuai dengan yang telah diajarkan dengan dibantu secara verbal dan gesture

Keterangan kriteria penilaian:

Jumlah aspek yang penilaian = 3

Skor perolehan maksimal = 9

Nilai maksimal = 100

$$\text{Nilai Murid} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100\%$$

Lembar penilaian menceritakan penyebab perubahan iklim, dampak perubahan iklim dan cara mengatasinya

No	Nama Murid	Skor Perolehan	Skor Nilai	Deskripsi Nilai

Rencana Tindak Lanjut

No.	Tujuan Pembelajaran	Deskripsi Keberhasilan dan Tindak Lanjut
1.	IPA. Menceritakan penyebab perubahan iklim, pemanasan global dan dampaknya bagi kehidupan manusia serta penanggulangannya	<p>Murid diberi pengayaan dan melanjutkan pembelajaran apabila sudah dapat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyebutkan penyebab perubahan iklim dan pemanasan global 2. Menyebutkan dampak perubahan iklim dan pemanasan global 3. Membuat proyek <i>vertical garden</i> 4. Menceritakan penyebab perubahan iklim, dampak dan cara mengatasinya <p>Apabila murid belum dapat menguasai salah satu poin di atas, maka murid akan diberi remedial sesuai dengan poin yang belum dikuasainya</p>
2.	Matematika Pemanfaatan benda-benda berbentuk bangun bangun ruang dalam kehidupan sehari-hari	<p>Murid diberi pengayaan dan melanjutkan pembelajaran apabila sudah dapat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi bentuk bangun ruang yang digunakan dalam pembuatan <i>vertical garden</i>. 2. Mengelompokkan bangun ruang sesuai dengan jenis dan ukurannya. <p>Apabila murid belum dapat menguasai salah satu poin di atas, maka murid akan diberi remedial sesuai dengan poin yang belum dikuasainya.</p>
3.	Setelah proyek ini berhasil, murid diberi tugas untuk membuat <i>vertical garden</i> di rumah masing-masing dengan bimbingan orang tua.	

Daftar Istilah

Abad ke-21	era yang ditandai oleh kemajuan ilmu pengetahuan, teknologi, dan globalisasi, yang menuntut keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, komunikatif, serta literasi teknologi dan informasi.
Ambiguity	kondisi yang kurang jelas sehingga menimbulkan berbagai kemungkinan pemahaman.
Applied Learning Programme (ALP):	program pembelajaran yang menekankan penerapan pengetahuan dan keterampilan dalam konteks nyata, agar murid dapat menghubungkan teori dengan praktik, mengembangkan kreativitas, kolaborasi, dan kemampuan pemecahan masalah.
Asesmen Autentik	penilaian autentik adalah penilaian yang dilakukan secara komprehensif untuk menilai mulai dari masukan (<i>input</i>), proses (<i>process</i>), dan keluaran (<i>output</i>). Lebih lanjut Peraturan tersebut menyebutkan bahwa penilaian kompetensi sikap dilakukan melalui observasi, penilaian diri, penilaian teman sejawat oleh peserta didik, dan jurnal (Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No.66 tahun 2013),
Asesmen Holistik	evaluasi yang mempertimbangkan keseluruhan aspek perkembangan murid secara menyeluruh, tidak hanya kemampuan akademik, tetapi juga mencakup ranah pengetahuan, sikap, keterampilan, serta nilai dan karakter.
Augmented Reality (AR)	teknologi yang menggabungkan elemen digital ke dalam dunia nyata, memperkaya pengalaman pengguna dengan informasi dan visualisasi tambahan.
Batasan	aturan, kondisi, atau sumber daya terbatas yang harus dipatuhi murid saat menyelesaikan tantangan.
Capaian Pembelajaran	kompetensi pembelajaran yang harus dicapai Peserta Didik di akhir setiap fase (Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi No.12 tahun 2024).

Complexity	kerumitan akibat banyaknya faktor yang saling terkait dan memengaruhi situasi.
Dimensi Profil Lulusan	fokus profil lulusan yang akan dicapai yaitu keimanan dan ketakwaan terhadap Tuhan YME, kewargaan, kreativitas, penalaran kritis, kolaborasi, kemandirian, kesehatan, dan komunikasi
Eksplorasi Multisensori	mengoptimalkan penggunaan berbagai indera (visual, auditori, taktil, kinestetik, bahkan penciuman dan perasa) dalam mengeksplorasi informasi atau pengetahuan agar murid dapat lebih mudah memahami, mengingat, dan merasakan pengalaman belajar.
Ekstrakurikuler	kegiatan pengembangan karakter dalam rangka perluasan potensi, bakat, minat, kemampuan, kepribadian, kerja sama, dan kemandirian murid secara optimal yang dilakukan dengan bimbingan dan pengawasan Satuan Pendidikan.
Enjinerig	proses merancang solusi untuk memecahkan masalah nyata dengan memanfaatkan prinsip sains, matematika, dan teknologi.
Fungsional	bermakna, bermanfaat, dan dapat digunakan langsung oleh murid dalam kehidupan nyata.
Higher Order Thinking Skills	keterampilan berpikir tingkat tinggi yang meliputi kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta, sehingga murid mampu mengolah informasi secara kritis, kreatif, dan reflektif, melampaui sekadar mengingat dan memahami.
Interdisipliner	cara pandang yang melibatkan transfer suatu disiplin akademik ke dalam disiplin akademik lainnya untuk menyelesaikan suatu masalah tertentu dengan tujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif.
Intrakurikuler	kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan belajar sesuai jadwal dan beban belajar pada struktur Kurikulum.

Karakteristik Pembelajaran STEM	ciri-ciri khusus yang membuat suatu pembelajaran dapat dikatakan sebagai pembelajaran STEM.
Kemandirian	kemampuan untuk mengurus diri, berpartisipasi, dan hidup bermakna sesuai potensi, tanpa ketergantungan penuh pada orang lain.
Kokurikuler	kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan untuk penguatan, pendalaman, dan/atau pengayaan kegiatan Intrakurikuler dalam rangka pengembangan karakter dan kompetensi murid.
Konten Masalah	isu permasalahan yang disajikan dalam pembelajaran STEM
Laboratorium autentik	ruang atau lingkungan laboratorium yang dirancang untuk memberikan pengalaman belajar dan penilaian nyata sesuai konteks dunia
Matematika	ilmu yang mempelajari pola, hubungan, dan struktur melalui bilangan, bentuk, dan simbol untuk membantu memecahkan masalah secara logis dan sistematis.
Multidisipliner	cara pandang yang melibatkan beberapa disiplin akademik secara berdampingan untuk menelaah suatu masalah namun setiap disiplin tetap mempertahankan perspektifnya secara independen.
Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD):	organisasi internasional yang bertujuan untuk mempromosikan desain kebijakan ekonomi dan pembangunan bagi anggotanya.
Pembelajaran blok-tematik	pendekatan pembelajaran dengan mengintegrasikan materi beberapa mata pelajaran dalam satu tema, namun pelaksanaannya dilakukan dengan sistem blok waktu.

Pembelajaran Mendalam	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 STEM	pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai subjek dan berfokus pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari maupun kehidupan profesional.
Perekayasaan	sinonim kata enjinering, memiliki arti yang sama, dapat pula dipadukan dengan “proses rekayasa”.
Phenomenon-Based Learning	pendekatan pembelajaran berbasis fenomena nyata di kehidupan sehari-hari, yang menekankan keterhubungan lintas mata pelajaran untuk melatih pemahaman mendalam, keterampilan berpikir kritis, dan pemecahan masalah.
Praktik Enjinering	proses rekayasa untuk merancang dan menyempurnakan solusi teknologi, meliputi identifikasi masalah, pengembangan ide, pembuatan dan pengujian purwarupa, serta evaluasi desain untuk menjawab kebutuhan atau tantangan nyata.
Praktik Saintifik	proses dan keterampilan ilmiah untuk memahami fenomena alam melalui langkah-langkah sistematis, seperti merumuskan pertanyaan, melakukan penyelidikan, menganalisis data, dan menarik kesimpulan berbasis bukti.
Programme for International Student Assessment (PISA)	program yang diinisiasi oleh Organisation for Economic co-operation and Development (OECD) adalah suatu studi untuk mengevaluasi sistem pendidikan yang diikuti oleh lebih dari 70 negara di seluruh dunia.
Projek	tugas-tugas belajar yang meliputi kegiatan perancangan, pelaksanaan, dan pelaporan, baik secara tertulis maupun lisan, dalam waktu tertentu.
Sains	ilmu yang mempelajari fenomena alam, mencakup bidang-bidang seperti fisika, kimia, dan biologi.

Scaffolding	metode yang digunakan pendidik untuk memberi bantuan secara bertahap sesuai kebutuhan murid, lalu secara perlahan menguranginya ketika mereka sudah mampu belajar secara mandiri.
Self-assessment Tools	instrumen, kuesioner, atau survei yang digunakan untuk membantu individu mengevaluasi diri sendiri, termasuk pemahaman, kinerja, keterampilan, minat, nilai, kepribadian, dan pencapaian belajar sehingga dapat merefleksikan kekuatan dan kelemahan serta merencanakan perbaikan.
Situasi Autentik	kondisi belajar yang menyerupai atau langsung mengambil konteks nyata dalam kehidupan sehari-hari sehingga murid ditantang untuk menggunakan pengetahuan, keterampilan, dan sikap secara langsung dalam memecahkan permasalahan.
Tantangan	masalah utama atau tujuan serta kriteria yang harus dicapai oleh murid untuk mendorong mereka dalam mengembangkan solusi sendiri melalui eksplorasi dan iterasi.
Teknologi	segala bentuk inovasi atau alat buatan manusia yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan atau keinginan manusia.
Transdisipliner	cara pandang yang melampaui batas-batas disiplin akademik dengan mengintegrasikan berbagai bidang serta membentuk kerangka kontekstual baru untuk menanggapi permasalahan dan tantangan.
Uncertainty	ketidakpastian dalam memprediksi kejadian, terutama yang di luar dugaan.
Virtual Reality (VR)	teknologi yang menciptakan simulasi lingkungan digital tiga dimensi sehingga pengguna dapat berinteraksi secara imersif melalui perangkat khusus, seolah-olah berada langsung di dalam lingkungan tersebut.
Volatility	munculnya perubahan yang begitu cepat dan terjadi terus menerus.

Daftar Pustaka

- Afterschool Alliance. (2015). *The role of community STEM clubs in promoting STEM skills and enjoyment (Equity in Out-of-School Time Learning Reports)*. Afterschool Alliance.
- Alom, M. M., & Ranjan, R. (2024). STEM learning environment: An innovative teaching method. *International Education and Research Journal (IERJ)*, 10(5), 1-12.
- Anwari, I., Yamada, S., Unno, M., Saito, T., Suwarma, I. R., Mutakinati, L., & Kumano, Y. (2015). Implementation of authentic learning and assessment through STEM education approach to improve students' metacognitive skills. *K-12 STEM Education*, 1(3), 123-136. <http://www.k12stemeducation.in.th/journal/article/view/23/24>
- Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BSKAP), Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. (2025). *Panduan kokurikuler: Pendidikan anak usia dini, jenjang pendidikan dasar, dan jenjang pendidikan menengah*.
- Battelle for Kids. *P21 framework for 21st century learning*. <https://www.battelleforkids.org/networks/p21>
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39-43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Bennett, N., & Lemoine, G. J. (2014). What VUCA Really Means for You. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2014/01/what-vuca-really-means-for-you>
- Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in K-12 classrooms: Understanding A Framework for K-12 Science Education. *The Science Teacher*, 78(9), 34-40.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. National Science Teachers Association.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness* [Report prepared for the Office of Science Education, National Institutes of Health]. BSCS.

- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (Eds.). (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach* (2nd ed.). Sense Publishers.
- Cheung, C., & Pomerantz, E. (2012). Parental Involvement and Children's STEM Engagement. *Psychology and Education Journal*, 49(5), 33-45.
- Dam, R. F. (2025). *The 5 stages in the design thinking process*. Interaction Design Foundation (IxDF). <https://www.interaction-design.org/literature/article/5-stages-in-the-design-thinking-process>
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. *Science*, 340(6130), 305-308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>
- Department of Education (Australia). (2016). *National STEM school education strategy: 2016-2026*. Department of Education.
- Department of Education (Philippines). (2015). *STEM Strand K-12 Curriculum Guide*. Department of Education.
- Design for Change. (n.d.). *FIDS (Feel, Imagine, Do, Share)*. <https://www.dfeworld.org/site/FIDS>
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM Learning Through Engineering Design: Fourth-Grade Students' Investigations in Aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7>
- Fullan, M., Quinn, J., & McEachen, J. (2018). *Deep Learning: Engage the World, Change the World*. Corwin Press.
- George Lucas Educational Foundation. (2007). *How does project-based learning work? Tools for understanding the process of planning and building projects*. <https://www.edutopia.org/project-based-learning-guide-implementation>
- Glancy, A. W., & Moore, T. J. (2013). *Theoretical Foundations for Effective STEM Learning Environments* (Purdue University, School of Engineering Education Working Papers, Paper 1). Purdue University. <http://docs.lib.purdue.edu/enewp/1>
- Han, E. (2022). *What is design thinking & why is it important?*. Harvard Business School Online. <https://online.hbs.edu/blog/post/what-is-design-thinking>

- Hanover Research. (2023). *Strategies for Supporting Parental Involvement in STEM Education*. ERIC. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1399811.pdf>
- Hsu, T. C., Lin, Y. L., & Yang, S. J. H. (2017). Impact of Augmented Reality on Learning Performance, Motivation, and Self-Efficacy in Science Learning: A Case Study in Taiwan. *Computers & Education*, 111, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.005>
- Indriati, L., Mai, N., & Tan, H. Y.-J. (2024). Enhancing Authentic Assessment in Large-Class Design Education Through Authentic Project-Based Learning. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 23(9), 432-452. <https://doi.org/10.26803/ijlter.23.9.22>
- Jolly, A. (2017). *STEM by design: Strategies and activities for grades 4-8*. Routledge.
- Kelley, T.R., & Knowles, J.G. (2016). *A Conceptual Framework for Integrated STEM Education*. In *STEM education: A Research Agenda* (pp. 13-25). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-23000-7_2
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. (2025) Permendikdasmen Nomor 13 Tahun 2025 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Nomor 12 Tahun 2024 tentang Kurikulum pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah. Kemendikdasmen.
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. (2025). *Naskah Akademik Pembelajaran Mendalam: Menuju Pendidikan Bermutu Untuk Semua*. Kemendikdasmen
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2025). *Panduan Kokurikuler - Edisi 2025*. Direktorat Sekolah Menengah.
- Krajcik, J. S., & Czerniak, C. M. (2014). *Teaching Science in Elementary and Middle School: A Project-Based Learning Approach* (4th ed.). Routledge.
- Laboy-Rush, D. (2010). *Integrated STEM education through project-based learning* [White paper]. Learning.com.
- Lakkala, M., Uusiautti, S., & Määttä, K. (2021). Phenomenon-based Learning in Finland: A Critical Overview. *Educational Practice and Theory*, 43(1), 5-22. <https://doi.org/10.7459/ept/43.1.02>
- Lizza, N., Winaryati, E., Maharani, E. T. W., Ikhsan, Z. H., Rauf, R. A. A., & Salaffudin, A. (2024). Implementation of STEM-Integrated PjBL Based on Lesson Study: Improving Students' Critical Thinking Skills. *Journal of Educational Chemistry (JEC)*, 6(2), 71-84. <https://doi.org/10.21580/jec.2024.6.2.22640>

- Massachusetts Institute of Technology. (n.d.). *Exploring the engineering process*. MIT OpenCourseWare. <https://ocw.mit.edu/courses/res.ll-004-ll-educate-introduction-to-engineering-concepts-spring-2022/pages/what-is-engineering/>
- Ministry of Education (Singapore). (2020). *Applied Learning Programme (ALP)*. Ministry of Education. <https://www.moe.gov.sg>
- Ministry of Education (Singapore). (2024). *Applied Learning Programme - ALP*. Ministry of Education.
- Moore, T. J., Stohlmann, M., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). *STEM integration: A Synthesis of Literature*. Purdue University.
- Moore, T., Stohlmann, M., Wang, H., Tank, K., Glancy, A., & Roehrig, G. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (pp. 35-60). West Lafayette: Purdue University Press.
- Museum of Science. (2024). *Engineering design process*. YES. <https://yes.mos.org/impact/engineering-design-process/>
- Mustafa, M. N., & Faizah, H. A. R. (2020). Peranan Pengawas Sekolah dalam Meningkatkan Mutu Pendidikan. *Jurnal Manajemen Pendidikan*, 4(1), 19-26.
- National Research Council. (2014). *Developing Assessments for the Next Generation Science Standards (NGSS)*. National Academies Press.
- Novitasari, A., Isnaini, L. A., & Supriyadi, S. (2024). The STEM-Based Project-Based Learning Impact on Students' Critical Thinking Skills. *Inornatus: Biology Education Journal*, 4(2), 91-102. <https://doi.org/10.30862/inornatus.v4i2.652>
- OECD. (2021). *21st-Century Readers: Developing literacy skills in a digital world*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a83d84cb-en>
- OECD. (2023a). *PISA 2022 Results: Volume I-II*. OECD Publishing.
- OECD. (2023b). *PISA 2022 results: Volume I-III*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/20d4eeca-en>
- OECD. (2024). *PISA 2022 results: Creative thinking*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/92fbc97a-en>

- Partnership for 21st Century Learning. (2019). *Framework for 21st Century Learning*.
- Pattison, N. P. (2021). Powerful Partnership: An Exploration of the Benefits of School and Industry Partnerships for STEM Education. *Teachers and Curriculum*, 21(2), 17-25.
- Permanasari, A., Rubini, B., & Nugroho, O. F. (2021). STEM Education in Indonesia: Science Teachers' and Students' Perspectives. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 2(1), 7-16.
- S. Bandjar, B., Rindarjono, M. G., & Prihadi, S. (2024). Effectiveness of STEM Learning Model and Project-Based Learning to Enhance Critical Thinking Skills in Senior High School. *Jambura Geo Education Journal*, 5(2), 127-139. <https://doi.org/10.37905/jgej.v5i2.26532>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sanders, M., & Wells, J. (2010). Integrative STEM Education. *Technology and Engineering Teacher*, 69(4), 20-26.
- Suastra, I. W., & Ristiati, N. P. (2019). Developing Critical Thinking, Scientific Attitude, and Self-Efficacy in Students Through Project-Based Learning and Authentic Assessment in Science Teaching at Junior High School. *Journal of Physics: Conference Series*, 1233(1), 012087. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012087>
- Subayani, N. W., Ali, S. R. B., & Abdullah, N. B. (2022). Implementasi STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) dalam kurikulum PGSD. *Didaktika: Jurnal Pemikiran Pendidikan*, 28(2[1]), 49-59. [https://doi.org/10.30587/didaktika.v28i2\(1\).4435](https://doi.org/10.30587/didaktika.v28i2(1).4435)
- Talib, S., Alias, B. S., Matore, M. E., & Abdullah, A. H. (2025). Empowering STEM Education Through the Role of Principals: A Systematic Literature Review. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 19(1), 570-578. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v19i1.21889>
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. Jossey-Bass.
- Tytler, R., Symington, D., Williams, G., & White, P. (2017). Enlivening STEM Education Through School-Community Partnerships. *In Stem Education in the Junior Secondary: The State of Play* (pp. 249-272). Springer Singapore.
- UNESCO International Bureau of Education. (2019). *Exploring STEM competences for the 21st century*. UNESCO IBE.

- Vasquez, J., Comer, M., & Sneider, C. (2013). *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- White, D. M. (2016). Connecting STEM with Design Thinking. *Interdisciplinary STEM Teaching & Learning Conference (2012-2019)*. 4. <https://digitalcommons.georgiasouthern.edu/stem/2016/2016/4>
- Windale, M., Reeve, E., & Styles, J. (2022). *Project-based Learning Workshop for Indonesian Mentors: Session 1–Introduction to the 4-stage Project-based Learning Model* [PowerPoint slides]. SEAMEO STEM-ED.
- World Bank. (2021). *Digital Skills in Indonesia: Trends and Opportunities*. World Bank.
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report*. World Economic Forum.
- Yang, D., & Baldwin, S. J. (2020). Using Technology to Support Student Learning in an Integrated STEM Learning Environment. *International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)*, 4(1), 1-11. <https://doi.org/10.46328/ijtes.v4i1.22>



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
BADAN STANDAR, KURIKULUM, DAN ASESMEN PENDIDIKAN**