



BADAN STANDAR, KURIKULUM
DAN ASESMEN PENDIDIKAN
KEMENDIKDASMEN

PANDUAN

Mata Pelajaran Fisika

Fase F



SMA/MA



BADAN STANDAR, KURIKULUM
DAN ASESMEN PENDIDIKAN
KEMENDIKDASMEN

PANDUAN

Mata Pelajaran Fisika

Fase F

SMA/MA

Panduan Mata Pelajaran Fisika

Pengarah

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

Penanggung Jawab

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

Penyusun

Prof. Dr. Ida Kaniawati, M.Si., Universitas Pendidikan Indonesia

Iman Nurzaman, S.Pd., M.Si.P., SMA Negeri 19 Garut

Sriyanto, M.Pd.Si., SMA Negeri 2 Bantul.

Penelaah

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

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

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

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

Dwi Setiyowati, S.Si., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

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

Dr. Erisda Eka Putra, S.Pd., M.Si, Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

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

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

Kontributor

Yustiandi, S.Pd., M.Pd., SMAN Cahaya Madani Banten Boarding School

Ilustrasi

Ahmad Saad Ibrahim

Ratra Adya Airawan

Tata Letak

Joko Setiyono

Penerbit:

Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan

Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia

2025

Kata Pengantar

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan YME atas terbitnya Panduan Mata Pelajaran Fisika ini. Berdasarkan proses umpan balik dan penyesuaian dengan regulasi terbaru, terdapat kebutuhan adanya dokumen yang memandu pendidik dalam menerjemahkan Capaian Pembelajaran ke dalam pembelajaran di kelas dengan pendekatan pembelajaran mendalam. Panduan mata pelajaran Fisika disusun untuk membantu pendidik dan satuan pendidikan memahami dan menganalisis kemampuan yang esensial dibangun pada murid yang termuat dalam Capaian Pembelajaran Fisika.

Kurikulum merupakan salah satu alat bantu utama untuk mewujudkan pendidikan bermutu untuk semua. Panduan mata pelajaran Fisika merupakan acuan dalam pembelajaran intrakurikuler yang dapat digunakan oleh pendidik untuk mempelajari dan mendiskusikan lebih dalam isi dari Capaian Pembelajaran Fisika, untuk kemudian dapat merancang pembelajaran yang berkualitas sesuai dengan tahap perkembangan dan berpusat pada murid dengan mengakomodasi pembelajaran yang memberi kesempatan kepada murid dalam mengemukakan gagasan, mampu memilih, menemukan hal yang diminati, mengembangkan kemampuan, dan mampu memecahkan masalah. Sebagaimana tertera dalam Standar Proses, pembelajaran adalah kegiatan belajar yang diselenggarakan dalam suasana belajar; interaktif; inspiratif; menyenangkan; menantang; memotivasi murid untuk berpartisipasi aktif; dan memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik, serta psikologis murid. Panduan ini berupaya membantu pendidik memfasilitasi penyelenggaraan pembelajaran yang dapat mewujudkan hal tersebut. Hal ini tentunya didukung dengan menciptakan iklim satuan pendidikan dan kepemimpinan kepala satuan pendidikan yang mendukung murid berdaya dan menjadi pelajar sepanjang hayat.

Panduan Mata Pelajaran Fisika merupakan dokumen yang berisi penjelasan dari kemampuan apa saja yang penting dibangun dan dikembangkan berdasarkan Capaian Pembelajaran Fisika contoh cara murid menunjukkan ketercapaian kemampuan tersebut, dan contoh hal-hal yang dapat dilakukan pendidik untuk dapat mendukung ketercapaian kemampuan murid. Selain itu, panduan ini juga memberikan contoh alur tujuan pembelajaran berdasarkan Capaian Pembelajaran dan contoh perencanaan pembelajaran yang dapat dikembangkan dari alur tujuan pembelajaran tersebut. Panduan ini melengkapi Panduan Pembelajaran dan Asesmen serta panduan dan buku guru lainnya yang telah diterbitkan terkait kurikulum, pembelajaran, dan asesmen.

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

Kepala Badan Standar, Kurikulum,
dan Asesmen Pendidikan



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

Daftar Isi

Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iv
A Pendahuluan	2
1. Latar Belakang	2
2. Tujuan	3
3. Sasaran	3
4. Struktur Panduan	3
B Capaian Pembelajaran	5
1. Deskripsi Capaian Pembelajaran	5
2. Komponen Capaian Pembelajaran	6
a. Rasional	6
b. Tujuan	8
c. Karakteristik	9
d. Capaian Pembelajaran	10
C Pemetaan Materi Esensial	13
D Penggunaan Capaian Pembelajaran	32
1. Kerangka Kerja Pembelajaran Mendalam	32
2. Penyusunan Alur Tujuan Pembelajaran	42
3. Penerapan Perencanaan Pembelajaran Mendalam	45
4. Contoh Perencanaan Pembelajaran Mendalam	46
E Glosarium	74

Pendahuluan



Pendahuluan

1. Latar Belakang

Pembelajaran Fisika untuk kelas XI dan XII masuk dalam fase F. Sedangkan pada fase E atau kelas X, pembelajaran Fisika dilakukan secara terintegrasi dalam mata pelajaran IPA bersama Biologi dan Kimia. Pada kelas XI murid diarahkan memilih pelajaran sesuai dengan minatnya, sehingga pada fase ini materi Fisika dipelajari secara lebih mendalam. Dalam pembelajaran Fisika selama ini, terdapat permasalahan yang dirasakan murid seperti kesulitan memahami konsep, simbol, dan pemodelan dalam Fisika; keterbatasan keterampilan pendukung seperti daya baca dan kemampuan berhitung; hingga motivasi belajar yang rendah. Permasalahan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain pembelajaran yang dilakukan kurang memperhatikan karakteristik dan kesiapan murid, kurang kontekstual dengan keseharian murid, dan cakupan materi terlalu banyak sehingga pembelajaran cenderung dangkal, tergesa-gesa, kurang bermakna sehingga murid kurang memperoleh pengalaman belajar secara mendalam dan tuntas sampai tujuan yang diharapkan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, terdapat penyesuaian pada kurikulum yang memberikan ruang lebih untuk mengembangkan kompetensi pada cakupan materi yang telah disederhanakan menjadi materi esensial dalam berbagai bentuk kegiatan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran tersebut dilakukan menggunakan pendekatan pembelajaran mendalam, yaitu pendekatan yang memuliakan dengan menekankan pada penciptaan suasana belajar dan proses pembelajaran yang berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan melalui olah pikir, olah hati, olah rasa, dan olah raga secara holistik dan terpadu. Pada pelaksanaannya, diperlukan panduan agar kurikulum tersebut dapat lebih mudah dipahami dan diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran. Panduan ini memberi gambaran bagaimana tujuan pembelajaran, langkah pembelajaran, dan asesmennya disusun secara selaras agar dapat melibatkan murid dalam setiap tahapan pembelajaran, memungkinkan dilakukan pembelajaran inkuiri secara utuh dan tuntas, melatih sikap ilmiah dan kepekaan agar dapat terlibat secara aktif memberi kontribusi terhadap penyelesaian masalah di sekitarnya.

2. Tujuan

Panduan ini disusun dalam rangka memandu pendidik dalam mengoperasionalkan pendekatan pembelajaran mendalam pada mata pelajaran Fisika guna menjawab kebutuhan murid sesuai dengan karakteristik satuan pendidikan.

3. Sasaran

Sasaran panduan ini adalah pendidik mata pelajaran Fisika pada jenjang SMA/MA dan tutor pada program pendidikan kesetaraan.

4. Struktur Panduan

Panduan Mata Pelajaran Fisika ini berisi petunjuk bagi pendidik dalam mengimplementasikan Kurikulum dengan pendekatan pembelajaran mendalam di fase F. Panduan ini meliputi Capaian Pembelajaran Fisika yang terdiri dari rasional, tujuan, dan karakteristik capaian yang disesuaikan pada setiap fase; tabel materi sesuai fase; penjelasan tentang materi apa saja yang dikategorikan esensial dan mengapa penting dipelajari; kompetensi apa yang ingin dikembangkan dari materi tersebut; topik apa saja yang relevan dalam kehidupan nyata/sehari-hari, isu lokal, nasional, global, kaitannya dengan mata pelajaran lainnya (multidisiplin/interdisiplin); serta petunjuk tentang bagaimana cara membelajarkan materi tersebut dengan pendekatan Pembelajaran Mendalam dengan mempertimbangkan dimensi profil lulusan, prinsip pembelajaran, pengalaman belajar, dan kerangka pembelajarannya hingga contoh Alur Tujuan Pembelajaran dan Rencana Pelaksanaan Pembelajarannya.

Capaian Pembelajaran



Capaian Pembelajaran

1. Deskripsi Capaian Pembelajaran

Capaian Pembelajaran (CP) merupakan kompetensi pembelajaran yang harus dicapai murid di akhir setiap fase. Capaian mata pelajaran Fisika ditargetkan untuk Fase F. CP dirancang dan ditetapkan dengan berpijak pada Standar Nasional Pendidikan, terutama Standar Isi. Oleh karena itu, pendidik yang merancang pembelajaran dan asesmen mata pelajaran Fisika tidak perlu lagi merujuk pada dokumen Standar Isi, tetapi cukup mengacu pada CP. Dalam pendidikan dasar dan menengah, CP disusun untuk tiap mata pelajaran. Bagi murid berkebutuhan khusus dengan hambatan intelektual dapat menggunakan CP pendidikan khusus. Di sisi lain, murid berkebutuhan khusus tanpa hambatan intelektual dapat menggunakan CP untuk SD/MI/Program Paket A, SMP/MTS/Program Paket B, dan SMA/MA/Program Paket C ini dengan menerapkan prinsip akomodasi kurikulum.

Pemerintah menetapkan CP sebagai kompetensi yang ditargetkan. Meskipun demikian, sebagai kebijakan tentang target pembelajaran yang perlu dicapai tiap murid, CP masih umum untuk memandu kegiatan pembelajaran sehari-hari. Oleh karena itu, pengembang kurikulum atau pendidik perlu menyusun dokumen yang lebih operasional yang dapat memandu proses pembelajaran intrakurikuler berupa alur tujuan pembelajaran dan dokumen perencanaan pembelajaran.



Gambar 1. Proses Penyusunan Perencanaan Pembelajaran

Menganalisis CP adalah langkah pertama dalam perencanaan pembelajaran. Untuk dapat merancang pembelajaran mata pelajaran Fisika dengan baik, CP mata pelajaran Fisika perlu dipahami secara utuh, termasuk rasional mata pelajaran, tujuan, serta karakteristik dari mata pelajaran Fisika. Dokumen ini dirancang untuk membantu guru pengampu mata pelajaran Fisika memahami CP mata pelajaran ini. Oleh karena itu, dokumen ini dilengkapi dengan beberapa penjelasan dan panduan agar pendidik berpikir reflektif setelah membaca tiap bagian dari CP mata pelajaran Fisika.

Pengembangan CP Fisika menggunakan Taksonomi Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001) karena taksonomi tersebut: memiliki struktur yang jelas dari tingkat berpikir dasar hingga tingkat berpikir kompleks; memberi alur pembelajaran yang bertahap mulai dari mengetahui dan memahami, menerapkan, hingga penalaran secara ilmiah; serta taksonomi ini relatif mudah dipahami dan sudah dikenal dengan baik oleh sebagian besar pendidik.



Untuk dapat memahami CP, pendidik perlu membaca dokumen tersebut secara utuh mulai dari rasional, tujuan, karakteristik mata pelajaran, hingga capaian per fase. Pendidik perlu juga mengetahui CP untuk fase-fase sebelumnya untuk mengetahui perkembangan yang telah dialami oleh murid. Begitu juga pendidik di fase-fase lainnya.

2. Komponen Capaian Pembelajaran

a. Rasional

Fisika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang mengkaji sifat-sifat materi dalam ruang dan waktu beserta konsep-konsep gaya dan energi terkait. Fisika mengkaji fenomena alam mulai dari skala atomik hingga jagat raya dengan menggunakan nalar ilmiah secara objektif dan kuantitatif yang terwujud dalam proses pengamatan, pengukuran, perancangan model hubungan antar variabel yang terlibat yang mencerminkan keteraturan alam, serta penarikan kesimpulan yang terwujud dalam suatu teori yang valid dan dapat diaplikasikan. Fisika mendasari perkembangan khasanah bidang ilmu pengetahuan alam lainnya serta perkembangan teknologi modern yang memudahkan kehidupan manusia diawali dari perkembangan mekanik dan permesinan, otomotif, komputer dan otomasi, serta teknologi informasi dan komunikasi.

Mata pelajaran Fisika diajarkan sebagai mata pelajaran tersendiri. Pemahaman fisika yang tepat berguna untuk memecahkan masalah di dalam kehidupan sehari-hari dan menjadi jembatan keberhasilan murid dalam menempuh studi lanjut di pendidikan tinggi baik pada ilmu-ilmu dasar/sains maupun ilmu-ilmu keteknikan/rekayasa dan teknologi.

Fisika memiliki peran sebagai fondasi dari ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni (IPTEKS) yang terus berkembang dan memberi dampak pada peradaban. Misalnya: penerapan mekanika, elektromagnetisme, dan perkembangan fisika modern memberikan manusia alternatif sumber energi yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, transportasi, hingga industri; kemudian konsep gelombang diterapkan dalam sistem komunikasi, musik, medis, dan lainnya.

Fisika tidak hanya menjelaskan apa dan mengapa suatu gejala alam bisa terjadi, melainkan memberi jalan untuk digunakan secara terintegrasi dengan bidang lain dan menghasilkan inovasi yang bermanfaat bagi manusia dan lingkungan. Misalnya: dengan matematika melalui pemodelan dan formulasi kuantitatif; dengan geografi dalam kajian iklim dan kebencanaan; serta dengan seni dalam aplikasi pencahayaan dan suara.

Pada proses pembelajaran fisika, murid dilatih untuk melakukan penelitian sederhana/inkuiri mengenai fenomena alam. Murid belajar mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses serta menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, serta mengomunikasikan hasil. Setelah murid menemukan konsep/prinsip/hukum Fisika yang esensial melalui inkuiri, murid dilatih untuk memiliki penalaran ilmiah, kemampuan berpikir kritis dan keterampilan memecahkan masalah yang berkaitan dalam kehidupan sehari-hari atau teknologi yang terkait. Murid dilatih untuk dapat hidup selaras berdasarkan hukum alam serta mengelola sumber daya alam dan lingkungan dengan bijak, hingga mendukung upaya mitigasi dan pengurangan dampak bencana alam secara optimal.

Sebagai ilmu yang mempelajari fenomena alam, fisika mengajarkan kesadaran diri manusia sebagai bagian dari alam yang menjadi jalan agar murid memiliki keimanan dan ketakwaan terhadap Tuhan YME; mampu berinteraksi dan berkomunikasi dengan mengedepankan kolaborasi dan prinsip kewargaan; serta memiliki standar perilaku yang sehat, mandiri, bernalar kritis, dan kreatif yang sesuai dengan dimensi profil lulusan. Dengan demikian, Fisika tidak hanya membekali murid secara kognitif, tetapi juga membentuk karakter ilmiah dan tanggung jawab sosial terhadap lingkungan dan kemanusiaan.



Setelah membaca bagian Rasional,

1. Apakah dapat dipahami bahwa mata pelajaran ini penting?
2. Apakah dapat dipahami tujuan utamanya?

b. Tujuan

Dengan mempelajari ilmu fisika, murid dapat

1. membentuk sikap religius melalui fisika dengan menyadari keteraturan dan keindahan alam serta mengagungkan kebesaran Tuhan Yang Maha Esa yang terwujud dalam akhlak mulia terhadap diri, sesama, dan alam semesta;
2. mengembangkan rasa ingin tahu, integritas, kejujuran, adil, tanggung jawab, sikap saling menghormati, memahami kekuatan dan keterbatasan diri dan menjadi pelajar sepanjang hayat;
3. menguasai konsep, prinsip, teori, dan hukum Fisika untuk menjelaskan dan memprediksi fenomena serta menerapkannya pada situasi baru;
4. memiliki kemampuan dalam merumuskan masalah, mengidentifikasi variabel, mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, merancang dan merakit instrumen percobaan, mengumpulkan, mengolah, dan menginterpretasi data, serta mengomunikasikan hasil percobaan baik lisan maupun tulisan, secara mandiri maupun berkelompok; dan
5. mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaborasi, dan pemecahan masalah dengan menggunakan pemahaman Fisika dalam kehidupan sehari-hari.



- Setelah membaca tujuan mata pelajaran di atas, dapatkan Anda mulai membayangkan bagaimana hubungan antara kompetensi dalam CP dengan pengembangan kompetensi pada dimensi profil lulusan?
- Sejauh mana Anda sebagai pengampu mata pelajaran ini, mendukung pengembangan kompetensi tersebut?

c. Karakteristik

Mata pelajaran Fisika diorganisasikan dalam 2 (dua) elemen, yaitu pemahaman fisika dan keterampilan proses. Pada Fase F, deskripsi elemen dijabarkan sebagai berikut.

Elemen	Deskripsi
Pemahaman Fisika	Pemahaman fakta, konsep, prinsip, hukum, teori, dan model pada materi mekanika; fluida; gelombang; termodinamika; kelistrikan dan kemagnetan; fisika modern; dan teori dasar digital, yang sesuai untuk menjelaskan dan memprediksi fenomena serta menerapkannya pada situasi baru.
Keterampilan Proses	Keterampilan yang dikembangkan dan dibutuhkan murid untuk mencapai pemahaman yang lebih dalam tentang konsep sains dan bagaimana pemikiran ilmiah diterapkan sehingga dalam proses pembelajarannya, elemen ini merupakan satu kesatuan utuh yang tidak diturunkan menjadi tujuan pembelajaran yang terpisah. Keterampilan inkuiri sains terkait dengan pemahaman murid tentang konten fisika yang menyediakan struktur dan proses dimana konten fisika dapat tercakup. Keterampilan tersebut meliputi keterampilan mengamati; mempertanyakan dan memprediksi; merencanakan dan melakukan penyelidikan; memproses, menganalisis data dan informasi; mengevaluasi dan refleksi; serta mengomunikasikan hasil. Keterampilan proses tidak selalu merupakan urutan langkah, melainkan suatu siklus yang dinamis yang dapat disesuaikan berdasarkan perkembangan dan kemampuan murid.



- Kompetensi dan/atau materi esensial apa yang terus menerus dipelajari dan dikembangkan murid dari fase ke fase?
- Sejauh mana Anda sudah mengajarkan seluruh elemen–elemen mata pelajaran ini?

d. Capaian Pembelajaran

Fase F (Umumnya untuk Kelas XI dan XII SMA/MA/Program Paket C).

Pada akhir Fase F, murid memiliki kemampuan sebagai berikut.

1. Pemahaman Fisika

Menganalisis hubungan gerak dan gaya serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur; membuat karya yang menunjukkan penerapan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari; menganalisis konsep kalor dan termodinamika serta penerapannya untuk mengidentifikasi fenomena perubahan iklim; menganalisis gejala gelombang dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari; mengevaluasi rangkaian listrik; menganalisis fenomena elektromagnetik; menganalisis teori dasar fisika modern dan pengaruhnya terhadap perkembangan teknologi; serta menerapkan teori dasar digital dalam kehidupan sehari-hari.

2. Keterampilan Proses

Menerapkan keterampilan proses yang mencakup:

- **Mengamati**
Mengamati fenomena ilmiah dalam kehidupan sehari-hari maupun di laboratorium dan mencatat hasil pengamatannya dengan memperhatikan detail dari objek yang diamati untuk memunculkan pertanyaan yang akan diselidiki.
- **Mempertanyakan dan Memprediksi**
Merumuskan pertanyaan ilmiah tentang hubungan antar variabel dan hipotesis yang dapat diselidiki secara ilmiah.
- **Merencanakan dan Melakukan Penyelidikan**
Merencanakan dan memilih metode yang sesuai serta mengendalikan variabel berdasarkan referensi untuk mengumpulkan data yang dapat dipercaya; memilih dan menggunakan alat dan bahan, termasuk penggunaan teknologi digital yang sesuai untuk mengumpulkan serta mencatat data secara sistematis dan akurat.
- **Memproses, Menganalisis Data dan Informasi**
Menafsirkan informasi yang diperoleh dengan jujur dan bertanggung jawab; menggunakan berbagai metode untuk menganalisis pola dan kecenderungan pada data; mendeskripsikan hubungan antar variabel serta mengidentifikasi inkonsistensi yang terjadi; menggunakan data dan rujukan untuk menarik kesimpulan yang konsisten dengan hasil penyelidikan.
- **Mengevaluasi dan Refleksi**
Mengidentifikasi sumber ketidakpastian dan kemungkinan penjelasan alternatif dalam rangka mengevaluasi kesimpulan serta menjelaskan cara spesifik untuk

meningkatkan kualitas data; menganalisis validitas informasi dari sumber primer dan sekunder dan mengevaluasi pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam penyelidikan.

- **Mengomunikasikan Hasil**

Mengomunikasikan hasil penyelidikan secara sistematis dan utuh ditunjang dengan argumen ilmiah dan terbuka terhadap pendapat yang lebih relevan.



i

Penomoran pada elemen Capaian Pembelajaran bukan merupakan suatu urutan pembelajaran, melainkan hanya penomoran sesuai dengan kaidah penulisan regulasi. Oleh karena itu, penyusunan alur tujuan pembelajaran disesuaikan dengan karakteristik mata pelajaran dan tidak harus mengikuti urutan elemen.



Refleksi Pendidik

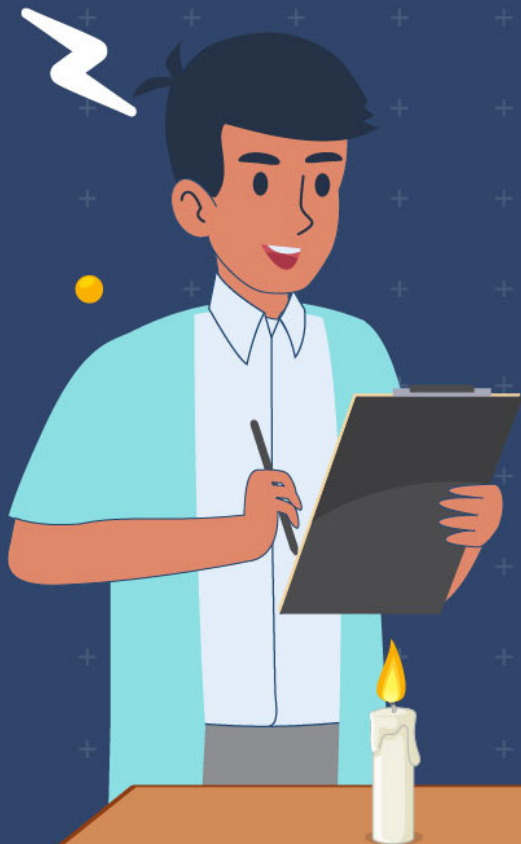
Menganalisis CP adalah langkah yang sangat penting dalam perencanaan dan pelaksanaan pembelajaran dan asesmen. Menganalisis CP juga dapat memantik ide-ide pengembangan rancangan pembelajaran. Berikut ini adalah beberapa pertanyaan yang dapat digunakan untuk memantik ide:

- Bagaimana capaian dalam fase ini akan dicapai murid?
- Proses atau kegiatan pembelajaran seperti apa yang akan ditempuh murid untuk mencapai CP?
- Alternatif cara belajar apa saja yang dapat dilakukan murid untuk mencapai CP?
- Materi apa saja yang akan dipelajari? Seberapa luas atau seberapa dalam?
- Bagaimana menilai ketercapaian CP setiap fase?

Sebagian pendidik dapat memahami CP dengan mudah, namun berdasarkan hasil umpan balik, bagi sebagian pendidik CP sulit dipahami. Oleh karena itu, ada dua hal yang perlu menjadi perhatian:

- 1) Pelajari CP bersama pendidik lain dalam suatu komunitas belajar. Melalui proses diskusi, bertukar pikiran, mengecek pemahaman, serta berbagai ide, pendidik dapat belajar dan mengembangkan kompetensinya lebih efektif, termasuk dalam upaya memahami CP.
- 2) Pendidik bisa membuat alur tujuan pembelajaran sendiri atau mengikuti contoh yang sudah disediakan oleh panduan. Pendidik dapat berangsur-angsur meningkatkan kapasitasnya untuk terus belajar memahami CP hingga kelak dapat merancang alur tujuan pembelajaran mereka sendiri.

Pemetaan Materi Esensial



Pemetaan Materi Esensial

Capaian Pembelajaran (CP) Fisika dalam Kurikulum untuk kelas XI dan XII masuk dalam Fase F. Sedangkan pada kelas X masuk ke Fase E dilakukan secara terintegrasi dalam mata pelajaran IPA bersama Biologi dan Kimia. Pada CP elemen Pemahaman Fisika digunakan kata kerja operasional yang mengarah pada pembelajaran mendalam sehingga dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Selain itu, dalam melaksanakan pembelajaran pendidik melatih keterampilan proses yakni 1) mengamati, 2) mempertanyakan dan memprediksi, 3) merencanakan dan melakukan penyelidikan, 4) memproses, menganalisis data dan informasi, 5) mengevaluasi dan refleksi, dan 6) mengkomunikasikan hasil.

Selain keterampilan proses, juga dikembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaborasi, dan pemecahan masalah dengan menggunakan pemahaman Fisika.

Cakupan materi capaian pembelajaran Fisika Fase F adalah sebagai berikut:

Materi Esensial	Sub Materi
Hubungan gerak dan gaya serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur	• Hukum Newton tentang Gerak • Gravitasi* • Momentum* • Usaha dan Energi* • Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar* • Elastisitas*
Fluida	• Fluida Statis • Fluida Dinamis
Kalor dan termodinamika	• Kalor • Termodinamika

Materi Esensial	Sub Materi
Gelombang	• Getaran • Gelombang • Bunyi
Rangkaian listrik	• Listrik Statis • Listrik Dinamis
Fenomena elektromagnetik	• Medan magnet • Induksi elektromagnetik • Arus bolak-balik • Gelombang Elektromagnetik
Teori Dasar Fisika Modern	• Sifat dan perilaku cahaya ditinjau dari dualisme gelombang partikel • Teori relativitas khusus* • Inti Atom dan Radioaktivitas*
Teori Dasar Digital	• Sistem elektronika • Gerbang logika

Keterangan: *) materi pilihan yang dapat digunakan pendidik sebagai konteks pendalaman materi.

Materi yang dideskripsikan pada panduan ini adalah materi-materi yang terkait dengan kriteria berikut: 1) materi-materi yang menjadi fondasi; 2) materi-materi yang sering bermasalah dalam penyampaian atau memiliki kebaruan; dan 3) materi-materi yang berkaitan dengan isu prioritas (pendidikan kesehatan, pendidikan perubahan iklim, dan literasi finansial).

Pembelajaran yang dominan dijabarkan dalam panduan ini terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu bagaimana murid dapat memahami Fisika melalui kegiatan inkuiri, mengaplikasikan hasil pemahamannya dalam bentuk problem solving secara kontekstual, dan merefleksikan kegiatan pembelajarannya. Oleh karena itu, alih-alih menggunakan materi yang banyak namun kurang bermakna, panduan ini menampilkan materi pilihan yang diharapkan dapat dipelajari secara lebih mendalam.

Materi-materi yang tidak disebutkan dalam panduan ini tetap dapat diberikan sesuai kondisi masing-masing satuan pendidikan. Dalam pemilihan materinya, pendidik perlu mempertimbangkan salah satu karakteristik pembelajaran pada Kurikulum yaitu

memprioritaskan terjadinya kemajuan belajar murid dibandingkan cakupan dan ketuntasan muatan kurikulum yang diberikan. Dengan adanya penyederhanaan cakupan dan bobot pembelajaran, pendidik lebih leluasa mengatur alur pembelajaran yang memuliakan dengan menekankan pada penciptaan suasana belajar dan proses pembelajaran berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan.

Catatan:

Materi **kinematika** sebelumnya berada di fase F **dipindahkan** ke fase E. Hal ini dilakukan agar dapat dijadikan sebagai pendalaman materi sistem pengukuran dalam kerja ilmiah secara kontekstual di fase E.

Sebagai tindak lanjut dari perpindahan ini, pendidik di fase F melakukan koordinasi dengan pendidik fase E tahun sebelumnya untuk memastikan apakah murid sudah mempelajari materi kinematika atau belum. Jika sudah, pendidik dapat melakukan kegiatan pembelajaran sesuai CP di fase F dan jika belum, pendidik memulai kegiatan pembelajaran dengan materi kinematika yang meliputi gerak dua dimensi, agar selaras dengan materi yang akan dipelajari berikutnya, yaitu hubungan gerak dan gaya.

1. Hubungan Gerak dan Gaya

a. Materi dan Kompetensi

Materi Hubungan Gerak dan Gaya secara umum meliputi Hukum Newton tentang gerak; kontekstualisasi jenis-jenis gaya seperti tegangan tali, gaya normal, gaya gesek, dan lainnya sebagai interaksi antar benda; Analisis resultan gaya pada suatu sistem; penerapan Hukum Newton untuk penyelesaian masalah pada berbagai konteks pendalaman, seperti Gravitasi, Momentum, Usaha dan Energi, Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar, hingga Elastisitas. Konteks-konteks ini dapat dipilih sebagai pendalaman dari pemahaman hubungan gerak dan gaya.

Materi ini penting karena menjadi konsep dasar dan melatih kompetensi menganalisis mulai dari bagaimana gaya digambarkan, dimodelkan, dan dianalisis untuk memprediksi keadaan gerak suatu benda, serta dimanfaatkan untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur. Namun konteks materi pendalaman menjadi pilihan dengan pertimbangan alih-alih murid dibebani banyak konteks namun dangkal, lebih baik murid mengalami proses pembelajaran yang utuh dan mendalam tentang salah satu konteks.

b. Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Materi hubungan gerak dan gaya memiliki banyak contoh penerapan dalam kehidupan sehari-hari dan keterkaitannya dengan bidang lain hingga dapat dipelajari secara mendalam. Pendalaman yang dimaksud meliputi bagaimana konsep ini dipahami melalui proses inkuiri, kemudian pemahaman tersebut digunakan untuk penyelesaian masalah pada berbagai konteks yang berkaitan dengan konsep lain di fisika atau dikolaborasikan dengan konten pada mata pelajaran lain.

Pengalaman belajar yang dapat dilakukan pada materi Hubungan Gerak dan Gaya misalnya yaitu: **1) Memahami**, murid mengamati fenomena yang ada di sekitar mereka, mereviu materi tentang gaya yang pernah dipelajari saat fase D (SMP/MTs) dan konsep gerak di fase E, termasuk besaran-besaran fisis yang terlibat seperti posisi, kecepatan, dan percepatan. Kemudian murid melakukan kegiatan inkuiri untuk memahami hubungan gerak dan gaya serta bagaimana memodelkannya secara visual maupun matematis. Contohnya: Murid mengamati berbagai keadaan gerak dan penyebabnya, mengidentifikasi masalah dan variabel yang terlibat, membuat hipotesis, kemudian melakukan eksperimen untuk memahami gaya sebagai penyebab perubahan keadaan gerak, hubungan massa dan percepatan benda, hingga melakukan penalaran dalam merumuskan Hukum II Newton dan Hukum III Newton. Dalam memahami pengetahuan aplikatifnya—yaitu penerapan konsep pada kasus-kasus sederhana, murid dapat melatih kemampuan analisis gaya dengan menggunakan diagram benda bebas serta bantuan vektor. Kemudian untuk tingkatan inkuiri berikutnya, murid mengamati fenomena gerakan benda yang terhambat gesekan, merumuskan masalah, menentukan variabel yang terlibat, membuat hipotesis, merancang eksperimen untuk mengumpulkan data dan cara penyajiannya, membuat kesimpulan lalu menguji kesimpulannya. Proses pembelajaran ini dapat didukung penciptaan lingkungan belajar yang kondusif hingga pemanfaatan teknologi digital dengan cara menggunakan aplikasi laboratorium maya dan pengolahan data untuk merepresentasikan hasil eksperimen dapat digunakan untuk memperkuat pemahaman. **2) Mengaplikasi**, murid menerapkan pemahamannya pada masalah-masalah tertentu, bukan sekedar latihan soal rutin, melainkan penyelesaian masalah berdasarkan konteks atau stimulus yang relevan yang melatih kemampuan berpikir tingkat dasar hingga tingkat tinggi. Proses ini sangat memungkinkan untuk dikaitkan dengan materi lain atau konteks tertentu. Jika konteks yang hendak digunakan berhubungan dengan konsep lain, maka proses pembelajarannya dimasukkan pada tahap memahami untuk kemudian dimanfaatkan dalam tahap mengaplikasi. Misalnya, konsep gaya akan dikaitkan dengan usaha, maka sebelum tahapan mengaplikasi ini, konsep perkalian vektor bisa dipelajari pada bagian memahami atau bisa juga dibangun kemitraan belajar dengan pendidik mata pelajaran

matematika terkait materi vektor yang digunakan untuk membantu analisis gaya-gaya. Topik-topik lain yang dapat digunakan untuk memperdalam pembelajaran ini misalnya: Analisis gaya-gaya dapat digunakan untuk memprediksi apa yang perlu dilakukan untuk membuat suatu benda bergerak atau berhenti hingga melatih kepekaan berkendara seperti kapan harus mengerem, mengetahui berapa besar gaya yang dibutuhkan untuk memindahkan atau menahan barang; Konsep gravitasi berkaitan erat dengan memahami perilaku benda jatuh dan interaksi tak sentuh antar benda yang terpisah pada jarak tertentu seperti berat benda di gunung dan di permukaan laut, teknologi peluncuran pesawat luar angkasa, hingga perilaku benda di planet lain dan bahkan gerak planetnya; Momentum dan impuls dapat dikaji melalui konteks keselamatan berkendara, seperti desain helm dan airbag yang mengurangi gaya tumbukan, uji keselamatan berkendara, dan lainnya; Analisis hubungan gaya dan usaha dapat membantu efisiensi pengerjaan suatu kegiatan seperti membawa benda pada permukaan licin atau bidang miring, pengaturan pembuatan tangga atau jalan berkelok di pegunungan; Penerapan Hukum Newton pada gerak rotasi mempermudah aktivitas sehari-hari seperti membuka pintu, memasang atau melepas baut, hingga perancangan jembatan dan bangunan. Selain itu, murid dapat mengaplikasikan konsep Fisika melalui kegiatan proyek seperti perancangan miniatur jembatan atau menara sederhana dan melakukan uji kesetimbangannya, rancangan derek jangkung (*crane*), kompetisi pelontar (*trebuchet*), pembuatan roket air, perancangan sistem katrol, dan lain sebagainya. **3) Merefleksi**, murid mencatat proses dan hasil belajarnya melalui tulisan dan lisan, menyampaikan bagaimana pendapatnya tentang: proses pembelajaran yang dilalui, mulai dari pengamatan, penyelidikan, pengaplikasian, dan interaksi-interaksi yang terjadi; hasil belajar yang diperoleh, pemahaman hubungan antara gerak dan gaya, serta penerapannya pada berbagai bidang secara mendalam.

Asesmen pembelajaran materi ini meliputi penguasaan konseptual, keterampilan berpikir kritis, serta penerapan dalam kehidupan sehari-hari. Asesmen dilakukan di awal untuk menguji kesiapan belajar murid melalui pertanyaan singkat. Asesmen formatif dilakukan berupa observasi dalam kegiatan diskusi dan eksperimen. Asesmen di akhir pembelajaran, dapat dilakukan melalui berbagai penilaian sumatif seperti tes lisan, tes tulis, laporan hasil praktikum, dan laporan hasil diskusi.



2. Fluida

a. Materi dan Kompetensi

Pada umumnya fluida dibagi menjadi fluida statis dan dinamis. Topik ini secara umum mencakup konsep kerapatan, tekanan, gaya apung, debit, dan perilaku fluida mengalir. Konsep-konsep ini sangat banyak ditemukan sehingga murid diharapkan mendapatkan manfaat pembelajaran dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kompetensi yang ingin dicapai adalah murid memahami sifat dan gejala fisis yang berhubungan dengan fluida hingga membuat karya yang menunjukkan penerapan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari.

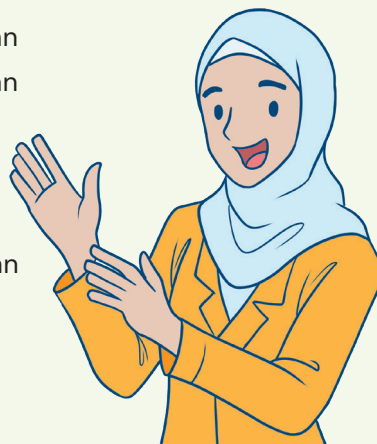
b. Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Konsep fluida erat kaitannya dalam kehidupan sehari-hari, seperti pada perilaku udara di sekitar manusia, sifat air saat disimpan dalam wadah atau mengalir pada suatu saluran, pemanfaatan pompa hidrolis, penggunaan *waterpass* pada pembuatan bangunan, prinsip kerja kapal laut dan kapal selam, terjadinya banjir akibat debit air yang meningkat saat terjadi hujan, dan lain sebagainya.

Pengalaman belajar yang dapat didapatkan murid misalnya yaitu: **1) Memahami**, murid mengamati fenomena es terapung sementara sirup tenggelam saat dimasukkan ke dalam air; kemudian murid diajak untuk memunculkan pertanyaan sebanyak mungkin lalu mendiskusikan konsep kerapatan benda. Melalui diskusi pengalaman berenang atau dengan tayangan video/animasi pemantik tentang kegiatan menyelam atau bentuk bendungan, murid mengidentifikasi masalah dan variabel yang terlibat, mengajukan hipotesis, melakukan eksperimen untuk mengetahui hubungan tekanan dan kedalaman, mengumpulkan dan mengolah data, menyimpulkan, lalu mendiskusikan kesimpulan tersebut beserta pengetahuan aplikatifnya yaitu contoh-contoh penerapan pada kasus sederhana. Untuk tingkatan inkuiri berikutnya, murid merancang dan melakukan praktik sederhana untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi gaya apung dan memformulasikan Hukum Archimedes. Praktikum yang dilakukan mulai dari mengidentifikasi variabel (Bebas, kontrol dan terikat), merumuskan hipotesis, menyusun langkah langkah praktikum untuk menguji hipotesisnya, pengumpulan data dan menganalisis dan menyimpulkan hasil praktiknya, mendiskusikan kesimpulan tersebut beserta pengetahuan aplikatifnya yaitu contoh-contoh penerapan pada kasus sederhana seperti prinsip kerja kapal laut. Proses inkuiri pada tingkat yang lebih lanjut dilakukan pada konsep fluida dinamis, mulai dari memahami besaran yang menggambarkan aliran fluida, perilakunya saat melewati pipa

dengan diameter berbeda, hingga saat memiliki ketinggian dan tekanan berbeda. Murid dapat merancang praktikum langsung maupun melalui simulasi sederhana dengan menggunakan laboratorium maya. Pemahaman ini kemudian dikuatkan dengan mendiskusikan kesimpulan yang diperoleh beserta pengetahuan aplikatifnya yaitu contoh-contoh penerapan pada kasus sederhana. **2) Mengaplikasi**, murid mengintegrasikan pemahaman yang telah diperoleh untuk membuat karya baik secara kreatif berupa rancangan maupun produk jadi untuk mempermudah suatu pekerjaan atau menyelesaikan permasalahan tertentu. Topik yang digunakan antara lain: membuat model ekskavator menggunakan prinsip dongkrak hidrolik sederhana; membuat desain dispenser otomatis untuk hewan ternak; membuat miniatur kapal laut yang mampu menopang beban tertentu; membuat desain kapal selam; membuat rancangan pemasangan pipa saluran pengairan di suatu gedung bertingkat; dan lain lain. Pada proses pembuatan karya, murid dapat berkolaborasi dalam kelompok, sedangkan pada tahap evaluasi, murid dapat saling menguji karya dan memberi tanggapan sehingga dapat terlatih keterampilan komunikasi. **3) Merefleksi**, murid membuat catatan proses dan hasil belajarnya secara tertulis sebagai dokumentasi dan refleksi. Murid menyampaikan bagaimana pendapatnya tentang: proses pembelajaran yang dilalui, mulai dari pengamatan, penyelidikan, pengaplikasian, dan interaksi-interaksi yang terjadi.

Asesmen pembelajaran materi ini meliputi penguasaan konseptual, keterampilan berpikir kritis, dan penerapan keilmuan dalam kehidupan sehari-hari. Asesmen dilakukan di awal untuk menguji kesiapan belajar murid melalui pertanyaan singkat. Asesmen formatif dilakukan berupa observasi dalam kegiatan diskusi dan eksperimen. Asesmen di akhir pembelajaran, dapat dilakukan melalui berbagai penilaian sumatif seperti tes tulis, laporan hasil praktikum, dan hasil diskusi.



3. Kalor dan Termodinamika

a. Materi dan Kompetensi

Kalor dan termodinamika adalah cabang ilmu Fisika yang mempelajari hubungan antara panas dan energi dengan perubahan fisik dalam sistem. Konsep dasarnya melibatkan pemahaman konsep suhu, kalor, perpindahan kalor, gas ideal, proses termodinamika, dan hukum-hukum termodinamika.

Konsep kalor dan termodinamika menjadi penting dibahas karena konsep ini menjadi

dasar untuk memahami bagaimana energi berpindah dan memberikan pengaruhnya terhadap suatu sistem serta pemanfaatannya dalam teknologi dan/atau kehidupan sehari-hari. Pemahaman ini akan sangat bermanfaat dalam memahami fenomena alam dan keseharian seperti mendidihnya air dan melelehnya es; prinsip kerja peralatan rumah tangga, medis, dan teknik seperti kompor, kulkas, AC, pemindai suhu, proses metabolisme tubuh, mesin kendaraan, dan lainnya; hingga menggagas upaya menjaga keberlangsungan kehidupan seperti penanganan fenomena perubahan iklim.

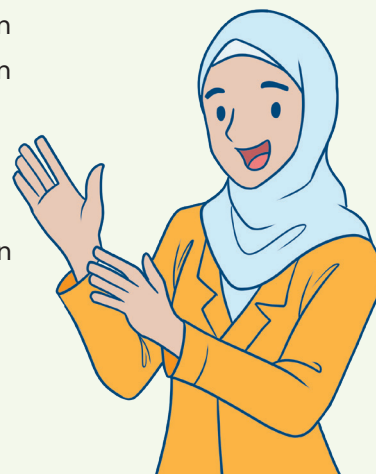
b. Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Pengalaman belajar yang dapat diberikan kepada murid misalnya: **1) Memahami**, murid mengamati demonstrasi tentang memasukkan air panas ke dalam wadah berisi es, kemudian mendiskusikan konsep suhu, makna sensasi panas dan dingin, pengukuran suhu, perubahan suhu dan wujud, serta perpindahan kalor. Murid melakukan penyelidikan pengaruh massa dan jenis zat terhadap perubahan suhu zat yang diberi kalor, mengidentifikasi variabel (bebas, kontrol dan terikat) yang terlibat, menyusun hipotesis, merancang langkah percobaan, menganalisis data hasil percobaan dalam rangka membuktikan hipotesisnya dan mengomunikasikannya. Murid mendiskusikan studi kasus pencampuran zat berbeda wujud dan suhu, menganalisis kalor yang terlibat, dan membangun pemahaman pentingnya diagram fase zat serta konsep sistem dan lingkungan. Murid mengkaji penggunaan konsep dan lingkungan pada studi kasus gas, mendiskusikan sifat gas dan besaran fisisnya. Murid mengamati simulasi perilaku gas dalam wadah tertutup yang dipanaskan, mendiskusikan besaran yang dapat diukur, cara pengukurannya, hingga berbagai proses yang mungkin terjadi, lalu murid dibimbing melalui pertanyaan untuk memahami Hukum ke-Nol dan Hukum I dan II Termodinamika. Murid menganalisis contoh-contoh kasus yang melibatkan penggunaan hukum-hukum termodinamika seperti mengkaji besaran pada suatu siklus kerja suatu mesin dan perhitungan efisiensinya.

2) Mengaplikasi, murid diajak untuk memahami permasalahan kontekstual dan menggunakan penalaran kritis untuk mendiskusikan upaya pemecahannya seperti: merancang isolator sederhana agar air dapat tetap panas lebih lama; membandingkan konduktivitas termal bahan-bahan di dapur; merancang rumah ramah energi dengan mempertimbangkan tempat masuk dan keluarnya kalor di rumah; menganalisis studi kasus efisiensi beberapa mesin; dan mengaitkan pemahaman atas konsep kalor dan termodinamika dengan fenomena perubahan iklim. Murid diajak menganalisis faktor penyebab dan bagaimana iklim berubah akibat aktivitas manusia dikaitkan dengan hukum-hukum termodinamika; bagaimana termodinamika membantu menjelaskan pengaruh gas rumah kaca dalam menyerap dan memancarkan radiasi infra merah; dan apa saja upaya penanganan perubahan iklim yang dapat dilakukan. **3) Merefleksi**, murid membuat

catatan proses dan hasil belajarnya secara tertulis sebagai dokumentasi dan refleksi. Murid menyampaikan bagaimana pendapatnya tentang: proses pembelajaran yang dilalui, mulai dari pengamatan, penyelidikan, pengaplikasian, dan interaksi-interaksi yang terjadi; hasil belajar yang diperoleh; serta upaya yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran berikutnya.

Asesmen pembelajaran materi ini meliputi penguasaan konseptual, keterampilan berpikir kritis, dan penerapan keilmuan dalam kehidupan sehari-hari. Asesmen dilakukan di awal untuk menguji kesiapan belajar murid melalui pertanyaan singkat. Asesmen formatif dilakukan berupa observasi dalam kegiatan diskusi dan eksperimen. Asesmen di akhir pembelajaran, dapat dilakukan melalui berbagai penilaian sumatif seperti tes tulis, laporan hasil praktikum, dan hasil diskusi pemecahan masalah.



4. Gelombang

a. Materi dan Kompetensi

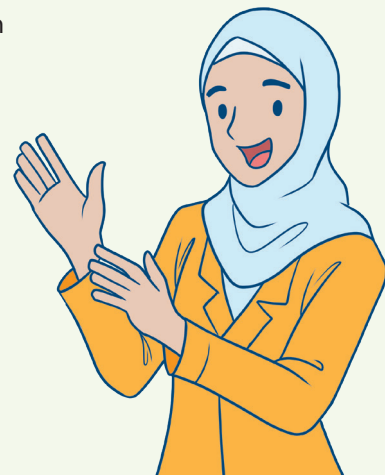
Materi dalam topik ini meliputi getaran, gelombang, dan gelombang bunyi. Mempelajari materi-materi ini secara mendalam sangat penting karena fenomena ini berperan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari dan teknologi modern. Pemahaman konsep getaran mendasari sistem mekanis seperti jam pendulum, osilasi dalam sirkuit listrik, bahkan antisipasi gempa yang berbahaya. Gelombang, baik mekanik maupun elektromagnetik, memiliki aplikasi luas, mulai dari komunikasi, pencitraan medis, hingga teknologi pelacakan seperti sonar dan radar. Dengan mempelajari gelombang, murid juga dapat mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, berpikir kritis, dan analisis yang penting untuk berbagai bidang studi dan profesi. Selain itu, pemahaman tentang gelombang juga memberikan landasan untuk eksplorasi lebih lanjut dalam ilmu pengetahuan dan teknologi lainnya di antaranya seperti pada pengukuran jarak menggunakan laju gelombang bunyi, penggunaan alat musik, hingga pemeriksaan kondisi janin melalui USG.

b. Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Pengalaman belajar Fisika yang dapat diberikan kepada murid misalnya: **1) Memahami**, murid mengamati fenomena ayunan bandul atau osilasi pegas dan mengidentifikasi besaran apa saja yang dapat diukur. Murid mengamati demonstrasi gelombang menggunakan tali panjang

dan slinki dengan membedakan arah getarnya. Murid memprediksi bentuk gelombang, lalu membandingkannya dengan hasil observasi. Murid mengidentifikasi perbedaan antara dua jenis gelombang dan mendiskusikan makna amplitudo, panjang gelombang, frekuensi, dan periode. Murid melakukan percobaan untuk menyelidiki pengaruh frekuensi getaran terhadap bentuk gelombang dan memformulasikan hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, dan laju gelombang. Murid merancang percobaan untuk menyelidiki gejala pemantulan dan interferensi gelombang hingga membentuk gelombang stasioner yang memiliki frekuensi tertentu. Murid mengaitkan frekuensi gelombang stasioner dengan bunyi. Murid mengidentifikasi karakteristik bunyi dan bagaimana bunyi dapat sampai pada tempat tertentu dan didengar dengan ukuran tertentu. **2) Mengaplikasi**, murid memperdalam pemahaman dengan mengaitkan gejala gelombang dengan karakteristik bunyi pada banyak alternatif konteks, seperti pembentukan gelombang stasioner pada sumber bunyi, hubungan intensitas bunyi dengan jarak dan pendengaran manusia, fenomena efek doppler, aplikasi ultrasonik dan pencitraan medis. Dengan pengalaman belajar yang interaktif dan berbasis eksplorasi ini, murid dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, analitis, serta memahami aplikasi konsep dalam kehidupan nyata. **3) Merefleksi**, murid membuat catatan proses dan hasil belajarnya secara tertulis sebagai dokumentasi dan refleksi. Murid menyampaikan bagaimana pendapatnya tentang: proses pembelajaran yang dilalui, mulai dari pengamatan, penyelidikan, pengaplikasian, dan interaksi-interaksi yang terjadi.

Asesmen pembelajaran materi ini meliputi penguasaan konseptual dan kebergunaan rancangan dan atau produk yang dibuat. Asesmen dilakukan di awal untuk menguji kesiapan belajar murid melalui pertanyaan singkat. Asesmen formatif dilakukan berupa observasi dalam kegiatan diskusi dan eksperimen. Asesmen di akhir pembelajaran, dapat dilakukan melalui berbagai penilaian sumatif seperti tes tulis, laporan hasil praktikum, dan kesesuaian rancangan atau produk yang dibuat dengan konsep gelombang.



5. Rangkaian Listrik

a. Materi dan Kompetensi

Topik ini meliputi bahasan interaksi antar benda bermuatan listrik, percobaan sederhana yang menunjukkan fenomena listrik statis; pemahaman konsep arus listrik, beda potensial listrik, gaya gerak listrik, hambatan listrik, energi, dan daya listrik beserta satuannya yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari; penggunaan alat ukur listrik (analog atau digital) dalam percobaan sederhana untuk mengetahui hubungan antar besaran listrik; analisis diagram rangkaian listrik sederhana termasuk penggunaan rangkaian seri, paralel, dan campuran; pemahaman risiko bahaya pada penggunaan berbagai perangkat listrik dalam kehidupan sehari-hari.

Materi ini penting karena listrik telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan manusia saat ini. Hampir semua aktivitas sehari-hari bergantung pada energi listrik, mulai dari penerangan, komunikasi, hingga pengoperasian berbagai perangkat elektronik. Tanpa listrik, aktivitas sehari-hari tidak dapat berjalan dengan baik.

b. Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Belajar tentang rangkaian listrik memberikan pengalaman yang sangat menarik dan aplikatif dalam kehidupan sehari-hari. Materi ini tidak hanya berfokus pada konsep-konsep teori, tetapi juga melibatkan pemahaman praktis yang berguna.

Pengalaman belajar murid pada topik ini contohnya: **1) Memahami**, murid mengamati fenomena listrik statis dalam kehidupan sehari-hari, menelaah model atom menggunakan kemitraan dengan guru kimia, atau sekadar mengulas peran muatan positif dan negatif (elektron) sebagai bagian dari penyusun benda yang menentukan sifat muatan listrik bendanya. Murid mengamati penggunaan elektroskop, mendiskusikan prinsip kerja elektroskop dan sifat bahan konduktor dan isolator pada elektroskop berdasar “perilaku” elektron pada bahan tersebut. Murid melakukan eksperimen sederhana secara kualitatif tentang interaksi antar benda bermuatan atau jika memungkinkan ditambah pengambilan data secara kuantitatif menggunakan simulasi virtual untuk memformulasikan gaya listrik, medan listrik, dan energi potensial listrik. Kemudian melalui tanya jawab murid mengonstruksi pemahaman tentang potensial listrik. Murid diberi kasus keping konduktor sejajar, mendiskusikan medan listrik dan potensial listriknya, lalu melalui tanya jawab, dibimbing untuk memformulasikan kapasitansi kapasitor. Murid diajak mendiskusikan berbagai penggunaan alat listrik sehari-hari, kemudian mendiskusikan istilah arus listrik, beda potensial listrik, gaya gerak listrik, dan hambatan listrik, mendiskusikan perbedaan

antara arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC), mengomunikasikan penggunaan amperemeter dan voltmeter (analog dan digital) dengan rentang yang berbeda, merencanakan dan melakukan percobaan sederhana untuk mengetahui hubungan hambatan dengan arus dan beda potensial listrik, menganalisis hubungan hambatan suatu kawat logam terhadap panjangnya dan luas penampangnya secara kualitatif, mengamati berbagai contoh perangkat listrik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan menggambarkan dalam bentuk diagram, menafsirkan diagram rangkaian yang berisi baterai, catu daya, saklar, resistor, lampu, amperemeter, dan voltmeter, menganalisis sifat rangkaian seri dan paralel, kemudian mendiskusikan kelebihan dan risiko dari penggunaan rangkaian seri dan paralel, hingga mendiskusikan berbagai risiko bahaya pada penggunaan berbagai perangkat listrik dalam kehidupan sehari-hari seperti kabel yang terkelupas, penggunaan alat listrik berlebih pada satu soket listrik, kelembaban, kesalahan grounding, dan sebagainya.

2) Mengaplikasi, murid diberi bahan bacaan tentang prinsip kerja suatu alat elektronik kemudian murid merancang pembuatan alat tersebut dalam bentuk versi sederhana atau studi kasus yang perlu diselesaikan dengan menerapkan apa yang telah dipelajari sebelumnya. Topik yang dapat digunakan misalnya rancangan rangkaian seri paralel pada suatu miniatur rumah, pembuatan lampu *flash* sederhana dengan memanfaatkan sifat pengisian dan pengosongan kapasitor menggunakan aplikasi simulasi, pembuatan rangkaian penunda mati lampu (meredup perlahan) dengan memanfaatkan durasi pengosongan kapasitor, pembuatan rangkaian dengan saklar tak sentuh dengan memanfaatkan daun elektrostatik yang merespon benda bermuatan listrik yang didekatkan, dan lain sebagainya.

3) Merefleksi, murid membuat catatan proses dan hasil belajarnya secara tertulis sebagai dokumentasi dan refleksi. Murid menyampaikan bagaimana pendapatnya tentang: proses pembelajaran yang dilalui, mulai dari pengamatan, penyelidikan, pengaplikasian, dan interaksi-interaksi yang terjadi.

Asesmen pembelajaran materi ini meliputi penguasaan konseptual dan kebergunaan rancangan dan atau produk yang dibuat. Asesmen dilakukan di awal untuk menguji kesiapan belajar murid melalui pertanyaan singkat. Asesmen formatif dilakukan berupa observasi dalam kegiatan diskusi dan eksperimen. Asesmen di akhir pembelajaran, dapat dilakukan melalui berbagai penilaian sumatif seperti tes tulis, laporan hasil praktikum, dan kesesuaian rancangan atau produk yang dibuat dengan konsep listrik.



6. Fenomena Elektromagnetik

a. Materi dan Kompetensi

Topik ini meliputi pemahaman pola dan arah garis medan magnet di sekitar magnet batang dan di sekitar konduktor berarus listrik, seperti kawat lurus, melingkar, dan induktor; pengaruh medan magnet terhadap kawat berarus listrik; percobaan pengaruh gerak relatif konduktor dalam medan magnet dan faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya GGL induksi; pemanfaatan prinsip kerja generator dan transformator, arus bolak-balik, serta pembentukan dan pemanfaatan gelombang elektromagnetik.

Materi ini penting karena sifat kelistrikan dan kemagnetan saling berhubungan erat dengan pengembangan teknologi yang kita gunakan sehari-hari. Prinsip induksi elektromagnetik memungkinkan pembangkit listrik menghasilkan energi melalui gerakan magnet di dalam kawat kumparan. Mekanisme ini digunakan dalam generator listrik yang terdapat di pembangkit listrik tenaga air, uap, angin, dan bahkan tenaga nuklir.

Selain itu, elektromagnetisme juga diterapkan dalam berbagai perangkat teknologi, seperti motor listrik, transformator, dan peralatan komunikasi seperti radio dan ponsel. Gelombang elektromagnetik memungkinkan transmisi informasi jarak jauh dengan cepat dan efisien.

Pemahaman tentang konsep elektromagnetisme tidak hanya penting dalam teori, tetapi juga dalam praktik. Dengan memahami dan menerapkan konsep elektromagnetisme secara tepat, murid dapat lebih siap menghadapi tantangan di era teknologi serta berkontribusi dalam pengembangan inovasi yang bermanfaat bagi masyarakat.

b. Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

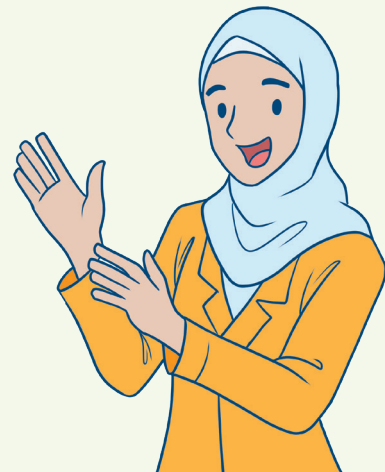
Belajar tentang fenomena elektromagnetik memberikan pengalaman yang sangat menarik dan aplikatif dalam kehidupan sehari-hari. Materi ini tidak hanya berfokus pada konsep-konsep teori, tetapi juga melibatkan pemahaman praktis yang berguna.

Pengalaman belajar murid pada topik ini contohnya: **1) Memahami**, murid mengamati demonstrasi percobaan menggunakan magnet batang, mendeskripsikan penggambaran garis-garis medan magnet dengan kompas atau serbuk besi. Pemahaman kelistrikan dan kemagnetan ini dikaitkan melalui kegiatan mengamati demonstrasi pengaruh arus listrik terhadap kompas, menggambarkan pola dan arah medan magnet akibat arus listrik pada kawat lurus, melingkar, dan induktor, menganalisis pengaruh medan magnet terhadap

kawat berarus listrik, mengomunikasikan prinsip kerja motor listrik, mengidentifikasi variabel (bebas, kontrol dan terikat), merumuskan hipotesis, merencanakan dan melakukan percobaan pengaruh gerak konduktor dalam medan magnet dalam rangka membuktikan hipotesis, mendiskusikan faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya GGL induksi, mengomunikasikan prinsip kerja generator dan transformator beserta pemanfaatannya. Murid menganalisis arus listrik bolak-balik yang dihasilkan generator AC dan pengaruh komponen resistor, induktor, dan kapasitor terhadap fase arus dan tegangan listrik bolak-balik. Kegiatan ini dapat dilakukan melalui eksperimen dengan memanfaatkan osiloskop ataupun melalui aplikasi simulasi. Murid mengkaji salah satu peran rangkaian RLC dalam pembentukan dan pemanfaatan gelombang elektromagnetik.

2) Mengaplikasi, murid diberi bahan bacaan tentang prinsip kerja suatu alat elektronik, kemudian murid merancang pembuatan alat tersebut dalam bentuk versi sederhana atau murid diberikan permasalahan untuk diselesaikan dengan menerapkan apa yang telah dipelajari sebelumnya. Topik yang dapat digunakan misalnya pembuatan catu daya; pembuatan pembangkit listrik tenaga gerak, baik dari manusia, air, atau angin; pembuatan motor listrik sederhana; pembuatan speaker sederhana; dan lain sebagainya. **3) Merefleksi**, murid membuat catatan proses dan hasil belajarnya secara tertulis sebagai dokumentasi dan refleksi. Murid menyampaikan bagaimana pendapatnya tentang: proses pembelajaran yang dilalui, mulai dari pengamatan, penyelidikan, pengaplikasian, dan interaksi-interaksi yang terjadi.

Asesmen pembelajaran materi ini meliputi penguasaan konseptual dan kebergunaan rancangan dan atau produk yang dibuat. Asesmen dilakukan di awal untuk menguji kesiapan belajar murid melalui pertanyaan singkat. Asesmen formatif dilakukan berupa observasi dalam kegiatan diskusi dan eksperimen. Asesmen di akhir pembelajaran, dapat dilakukan melalui berbagai penilaian sumatif seperti tes tulis, laporan hasil praktikum, dan kesesuaian rancangan atau produk yang dibuat dengan konsep elektromagnetisme.



7. Teori Dasar Fisika Modern

a. Materi dan Kompetensi

Teori dasar fisika modern ini meliputi pembahasan sifat cahaya melalui dualitas cahaya dan bagaimana pengaruhnya dalam perkembangan ilmu pengetahuan lainnya serta teknologi. Perluasan dan pendalaman pada materi fisika modern lainnya seperti teori relativitas khusus dan radioaktivitas menjadi pilihan. Materi ini menjadi penting karena dapat menunjukkan keterbatasan fisika klasik dan berbagai upaya yang dilakukan ilmuwan untuk terus memberi kontribusi terhadap peradaban. Perkembangan fisika modern memberi pengaruh besar terhadap perubahan sudut pandang terhadap alam, ilmu baru dan mempercepat perkembangan teknologi. Contohnya: perkembangan teori kuantum mendukung penemuan teori atom tingkat lanjut yang mendorong penemuan semikonduktor yang dimanfaatkan pada penemuan dan pengembangan komputer; teori relativitas khusus mendorong pemahaman tentang reaksi nuklir dan penggunaan *smartphone*.

Kompetensi yang ingin dicapai melalui materi ini adalah murid mampu menganalisis setidaknya salah satu topik secara utuh dari sekian banyak topik pada fisika modern. Topik ini dibahas sebagai lanjutan bahasan bahwa cahaya sebagai gelombang elektromagnetik digunakan untuk membahas konsep-konsep fisika modern melalui perspektif cahaya. Selain pembahasan sifat cahaya melalui dualitas cahaya, pembahasan bagaimana cahaya merambat dan bagaimana jika benda bergerak dengan laju mendekati kecepatan cahaya dapat dilakukan melalui teori relativitas khusus, serta pembahasan dari mana cahaya berasal dapat dilakukan melalui penemuan tingkatan energi pada berbagai model atom hingga pengaruhnya dalam perkembangan teknologi seperti dalam pemanfaatan radioaktivitas dan penemuan semikonduktor.

b. Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Pengalaman belajar yang dapat dialami murid contohnya adalah: 1) **Memahami**, murid menelaah fenomena perilaku cahaya sebagai gelombang melalui bahan bacaan atau tayangan video dan mendiskusikan bagaimana gejala fisisnya pada pemanasan benda dan warna yang tampak. Murid mendiskusikan grafik intensitas dan panjang gelombang serta bagaimana teori-teori yang ada menjelaskan fenomena tersebut. Murid mengeksplorasi bacaan atau tayangan atau simulasi percobaan efek fotolistrik, mengidentifikasi masalah dan variabel (bebas, terikat, dan kontrol), mengajukan hipotesis, melakukan eksperimen menggunakan laboratorium maya (*dry-lab*), hingga disimpulkan hubungan antara intensitas dan frekuensi cahaya dengan energi elektron. Murid mendiskusikan bagaimana

hasil inkuirinya berhubungan dengan fenomena kuantum dan imbasnya terhadap teknologi. 2) **Mengaplikasi**, Murid menghubungkan konsep yang baru dengan konteks penerapannya dalam teknologi, seperti sel surya. Jika pendidik hendak menambahkan konteks yang berhubungan dengan materi lain dalam fisika modern seperti tingkat energi pada atom, langkah pembelajarannya masuk ke dalam tahap memahami, kemudian pada tahap mengaplikasi ini dapat memanfaatkan sinar X sebagai konteks dalam upaya mengembangkan pemahaman melalui eksplorasi lebih lanjut. Topik-topik lainnya yang dapat dijadikan konteks eksplorasi antara lain: perkembangan mekanika kuantum dan teknologi komputasi kuantum; navigasi satelit sebagai contoh penerapan teori relativitas khusus; pemanfaatan energi nuklir; kesehatan dan radioterapi dengan memanfaatkan fenomena radioaktivitas; teknologi semikonduktor; dan lain sebagainya. 3) **Merefleksi**, murid membuat catatan proses dan hasil belajarnya secara tertulis sebagai dokumentasi dan refleksi. Murid menyampaikan bagaimana pendapatnya tentang: proses pembelajaran yang dilalui, mulai dari pengamatan, penyelidikan, pengaplikasian, dan interaksi-interaksi yang terjadi; serta hasil belajar yang diperoleh.

Asesmen pembelajaran materi ini meliputi penguasaan konseptual serta keterampilan prosesnya. Asesmen dilakukan di awal untuk menguji kesiapan belajar murid melalui pertanyaan singkat. Asesmen formatif dilakukan berupa observasi dalam kegiatan diskusi dan eksperimen. Asesmen di akhir pembelajaran, dapat dilakukan melalui berbagai penilaian sumatif seperti tes lisan, tes tulis, laporan hasil eksperimen maya, dan laporan hasil diskusi.



8. Teori Dasar Digital

a. Materi dan Kompetensi

Teori dasar digital meliputi sistem elektronika, sinyal analog dan digital, serta pemanfaatan prinsip gerbang logika. Topik ini dimunculkan dengan pertimbangan perkembangan teknologi digital tidak terlepas dari perkembangan fisika dan fisika pun turut dikembangkan menggunakan teknologi digital. Melalui teori dasar digital, murid dilatih berpikir logis dan analitis untuk menyelesaikan berbagai masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Kompetensi yang ingin dicapai adalah murid mampu berpikir kritis, melatih keterampilan prosesnya, hingga menerapkan pemanfaatan teori digital dalam kehidupan sehari-hari seperti mempresentasikan besaran fisika secara diskrit dan pemanfaatannya secara kolaboratif dalam projek *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) maupun dalam instrumentasi serta fisika komputasi pada tingkat tertentu.

Sistem elektronika mencakup bagian input, proses, dan output. Di dalamnya diperkenalkan bahwa sinyal input dan output dapat berupa besaran listrik dalam bentuk sinyal analog dan digital. Bagian prosesnya mencakup berbagai gerbang logika sebagai komponen dasar dalam rangkaian elektronik digital yang melakukan operasi berdasarkan aturan logika tertentu. Gerbang logika dirancang untuk bekerja dengan dua keadaan (0 dan 1), sesuai dengan sistem bilangan biner. Dalam penggunaannya, digunakan operasi matematis Aljabar Boolean untuk menganalisis dan merancang pada rangkaian elektronika digital. Gerbang logika dasar meliputi AND, OR, dan NOT yang dapat dipadu-padankan dan menghasilkan gerbang logika lain untuk memperoleh output yang diharapkan secara lebih efisien seperti NAND, NOR, dan lain sebagainya ataupun pemanfaatan gerbang logika secara kompleks pada teknologi lainnya.

b. Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Pengalaman belajar yang dapat diperoleh murid contohnya adalah: **1) Memahami**, Murid mengamati berbagai contoh peralatan elektronik di sekitarnya, lalu mengidentifikasi prinsip kerjanya berdasarkan alur input, proses, dan output. Melalui diskusi terbimbing, murid mengumpulkan informasi tentang komponen-komponen elektronik yang terlibat dan mengaitkannya dengan peran semikonduktor di dalamnya. Selanjutnya, murid menyelidiki bentuk sinyal listrik yang mengalir dalam komponen tersebut, lalu membedakan karakteristik sinyal analog dan digital serta menyelidiki bagaimana sinyal digital direpresentasikan dalam sistem bilangan, khususnya bilangan biner. Tahap berikutnya, murid mengenali logika biner dan memahami prinsip kerja gerbang logika melalui inkuiri terbimbing dengan memanfaatkan rangkaian listrik yang terdiri dari beberapa lampu dan saklar sesuai prinsip gerbang logika (AND, OR, NOT), menganalisis tabel kebenaran dan memprediksi keluaran dari berbagai kombinasi input. **2) Mengaplikasi**, murid merancang rangkaian listrik yang terdiri dari beberapa lampu dan saklar sesuai prinsip gerbang logika untuk menyelesaikan masalah kontekstual, seperti instalasi listrik sederhana. Untuk mengembangkan pemahaman, eksplorasi lebih lanjut dapat dilakukan dengan memanfaatkan komponen berbahan semikonduktor seperti transistor dan LDR (*Light Dependant Resistor*) untuk merancang rangkaian listrik untuk sistem keamanan atau kontrol otomatis. Kegiatan ini memungkinkan murid menerapkan konsep dalam bentuk teknologi nyata yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Praktik pembuatan rangkaiannya dapat

menggunakan rangkaian listrik sederhana, simulasi virtual, atau untuk tingkat lanjutnya dapat menggunakan mikrokontroler, disesuaikan dengan ketersediaan sumber daya satuan pendidikan. **3) Merefleksi**, murid mencatat proses dan hasil belajarnya melalui tulisan dan lisan, menyampaikan bagaimana pendapatnya tentang: proses pembelajaran yang dilalui, mulai dari pengamatan, penyelidikan, pengaplikasian, dan interaksi-interaksi yang terjadi; hasil belajar yang diperoleh dan penerapannya pada konteks yang relevan.

Asesmen pembelajaran materi ini meliputi penguasaan konseptual, keterampilan berpikir kritis, serta penerapan dalam kehidupan sehari-hari. Asesmen dilakukan di awal untuk menguji kesiapan belajar murid melalui pertanyaan singkat. Asesmen formatif dilakukan berupa observasi dalam kegiatan diskusi dan eksperimen. Asesmen di akhir pembelajaran, dapat dilakukan melalui berbagai penilaian sumatif seperti tes lisan, tes tulis, laporan hasil praktikum, dan laporan hasil diskusi.



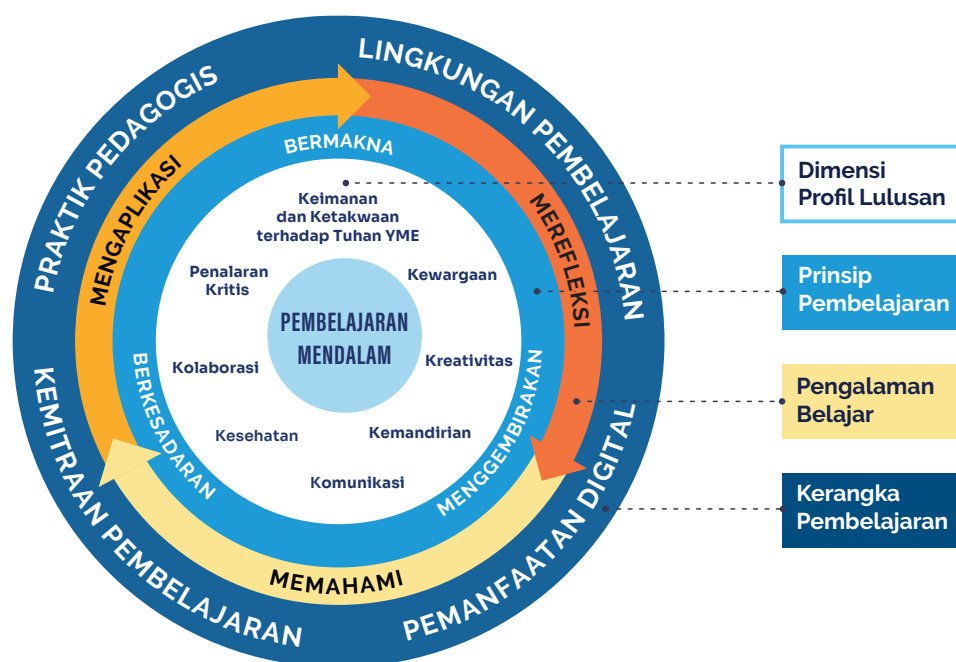
Penggunaan Capaian Pembelajaran



Penggunaan Capaian Pembelajaran

1. Kerangka Kerja Pembelajaran Mendalam

Kerangka kerja pembelajaran mendalam terdiri atas empat komponen, yaitu (1) dimensi profil lulusan, (2) prinsip pembelajaran, (3) pengalaman belajar, dan (4) kerangka pembelajaran. Kerangka kerja pembelajaran mendalam dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2. Kerangka Kerja Pembelajaran Mendalam

Pembelajaran mendalam difokuskan pada pencapaian delapan dimensi profil lulusan yang merupakan kompetensi dan karakter yang harus dimiliki oleh setiap murid setelah menyelesaikan proses pembelajaran dan pendidikan.

Delapan dimensi tersebut adalah:

- | | | |
|----------|--|--|
| 1 | Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME | Dimensi Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME menunjukkan individu yang memiliki keyakinan teguh akan keberadaan Tuhan serta menghayati nilai-nilai spiritual dalam kehidupan sehari-hari. Nilai keimanan ini tercermin dalam perilaku yang berakhlak mulia, penuh kasih, serta bertanggung jawab dalam menjalankan tugas dan kewajibannya. |
| 2 | Kewargaan | Dimensi kewargaan menunjukkan individu yang memiliki rasa cinta tanah air, menaati aturan dan norma sosial dalam kehidupan bermasyarakat, memiliki kepedulian, tanggung jawab sosial, serta berkomitmen untuk menyelesaikan masalah nyata yang terkait keberlanjutan manusia dan lingkungan. Fokus kewargaan yaitu kesadaran murid untuk berkontribusi terhadap kebaikan bersama sebagai warga negara dan warga dunia. |
| 3 | Penalaran Kritis | Dimensi penalaran kritis menunjukkan individu yang mampu berpikir secara logis, analitis, dan reflektif dalam memahami, mengevaluasi, serta memproses informasi. Murid memiliki keterampilan untuk menganalisis masalah, mengevaluasi argumen, menghubungkan gagasan yang relevan, dan merefleksikan proses berpikir dalam pengambilan keputusan. |
| 4 | Kreativitas | Dimensi kreativitas adalah individu yang mampu berpikir secara inovatif, fleksibel, dan orisinal dalam mengolah ide atau informasi untuk menciptakan solusi yang unik dan bermanfaat. Mereka dapat melihat masalah dari berbagai sudut pandang, menghasilkan banyak gagasan, serta menemukan dan mengembangkan alternatif solusi yang efektif. |

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 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.
7 Kesehatan	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>).
8 Komunikasi	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.

Dalam mencapai dimensi tersebut, pembelajaran mendalam berlandaskan tiga prinsip pembelajaran, yaitu **berkesadaran**, **bermakna**, dan **menggembirakan**. Ketiga prinsip ini saling melengkapi dalam menciptakan pengalaman belajar yang mendalam dan berkelanjutan bagi murid.

1 Berkesadaran

Berkesadaran merupakan pengalaman belajar murid yang diperoleh ketika mereka memiliki kesadaran untuk menjadi pelajar yang aktif dan mampu meregulasi diri. Murid memahami tujuan pembelajaran, termotivasi secara intrinsik untuk belajar, serta aktif mengembangkan strategi belajar untuk mencapai tujuan. Ketika murid memiliki kesadaran belajar, mereka akan memperoleh pengetahuan dan keterampilan sebagai pelajar sepanjang hayat.

2 Bermakna

Pembelajaran bermakna terjadi ketika murid dapat menerapkan pengetahuannya secara kontekstual. Proses belajar murid tidak hanya sebatas memahami informasi/penguasaan konten, namun berorientasi pada kemampuan mengaplikasi pengetahuan. Kemampuan ini mendukung retensi jangka panjang. Pembelajaran terkoneksi dengan lingkungan murid membuat mereka memahami siapa dirinya, bagaimana menempatkan diri, dan bagaimana mereka dapat berkontribusi kembali. Konsep pembelajaran yang bermakna melibatkan murid dengan isu nyata dalam konteks personal/lokal/nasional/global. Pembelajaran dapat melibatkan orang tua, masyarakat, atau komunitas sebagai sumber pengetahuan praktis, serta menumbuhkan rasa tanggung jawab dan kepedulian sosial.

3 Menggembirakan

Pembelajaran yang menggembirakan merupakan suasana belajar yang positif, menantang, menyenangkan, dan memotivasi. Rasa senang dalam belajar membantu murid terhubung secara emosional, sehingga lebih mudah memahami, mengingat, dan menerapkan pengetahuan. Ketika murid menikmati proses belajar, motivasi intrinsik mereka akan tumbuh, mendorong rasa ingin tahu, kreativitas, dan keterlibatan aktif. Dengan demikian, pembelajaran membangun pengalaman belajar yang berkesan. Bergembira dalam belajar juga diwujudkan ketika setiap murid merasa nyaman, murid terpenuhi kebutuhannya seperti pemenuhan kebutuhan fisiologis, kebutuhan rasa aman, kebutuhan kasih sayang dan rasa memiliki, kebutuhan penghargaan, serta kebutuhan aktualisasi diri.

Ketiga prinsip pembelajaran tersebut di atas dilaksanakan melalui olah pikir, olah hati, olah rasa dan olah raga. Keempat upaya tersebut adalah bagian integral dari pendidikan yang membentuk manusia seutuhnya.

Olah pikir (intelektual)	Olah pikir adalah proses pendidikan yang berfokus pada pengasahan akal budi dan kemampuan kognitif, seperti kemampuan untuk memahami, menganalisa, dan memecahkan masalah.
Olah hati (etika)	Olah hati adalah proses pendidikan untuk mengasah kepekaan batin, membentuk budi pekerti, serta menanamkan nilai-nilai moral dan spiritual. Olah hati berfokus pada pengembangan aspek emosional, etika, dan spiritual murid, sehingga mereka mampu memahami perasaan, memiliki empati, dan menjalankan kehidupan dengan berlandaskan kebenaran, kejujuran, dan kebajikan.
Olah rasa (estetika)	Olah rasa adalah proses pendidikan yang bertujuan untuk mengembangkan kepekaan estetika, empati, dan kemampuan menghargai keindahan serta hubungan antar manusia.
Olah raga (kinestetik)	Olah raga adalah bagian dari pendidikan yang bertujuan untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan fisik, kekuatan tubuh, serta membentuk karakter melalui kegiatan jasmani. Olah raga tidak hanya berfokus pada kebugaran fisik, tetapi juga pada pengembangan disiplin, ketangguhan, dan kerja sama, yang diperlukan untuk mendukung pendidikan holistik.

Pembelajaran mendalam memberikan pengalaman belajar yang memungkinkan murid untuk memahami, mengaplikasikan, dan merefleksikan materi pembelajaran secara bermakna. Pengalaman belajar ini mencakup berbagai lingkungan dan situasi, serta melibatkan interaksi dengan materi pembelajaran, pendidik, sesama murid, dan lingkungan sekitarnya.

Pengalaman pembelajaran mendalam diciptakan melalui proses memahami, mengaplikasi, dan merefleksi yang digambarkan dan diuraikan sebagai berikut.

1 Memahami

Memahami dalam pendekatan pembelajaran mendalam adalah fase awal pembelajaran yang bertujuan membangun kesadaran murid terhadap tujuan pembelajaran, mendorong murid untuk aktif mengkonstruksi pengetahuan agar murid dapat memahami secara mendalam konsep atau materi dari berbagai sumber dan konteks. Jenis pengetahuan pada fase ini terdiri dari pengetahuan esensial, pengetahuan aplikatif, dan pengetahuan nilai dan karakter.

Pengetahuan Esensial	Pengetahuan Aplikatif	Pengetahuan Nilai dan Karakter
Pengetahuan dasar yang fundamental dalam suatu bidang atau disiplin ilmu, yang harus dipahami dan dikuasai untuk membangun pemahaman yang lebih kompleks dan dapat diterapkan dalam berbagai konteks.	Pengetahuan yang berfokus pada penerapan konsep, teori, atau keterampilan dalam situasi nyata. Pengetahuan ini digunakan untuk menyelesaikan masalah, membuat keputusan, atau menciptakan sesuatu yang berdampak.	Pengetahuan yang berkaitan dengan pemahaman tentang nilai-nilai moral, etika, budaya, dan kemanusiaan yang berperan penting dalam membentuk kepribadian, sikap, dan perilaku seseorang.
Contoh: hubungan gerak dan gaya, kalor dan termodinamika	Contoh: Memahami cara menggunakan keterampilan mengukur, mengolah dan menyajikan data	Contoh: Memahami pentingnya objektivitas dan kejujuran dalam melakukan pengukuran, terbuka dalam berdiskusi, peduli terhadap lingkungan

Pada pengalaman belajar memahami, pendidik memantik rasa ingin tahu murid untuk memperoleh pengetahuan yang esensial dan diaplikasikan dalam berbagai konteks, dengan mengintegrasikan dengan nilai dan karakter. Setelah memperoleh pengetahuan, tahap ini mendorong murid untuk memahami informasi yang diperolehnya. Dengan pendekatan aktif dan konstruktif, murid tidak hanya menerima pengetahuan secara pasif, sehingga membentuk fondasi pemahaman yang menjadi dasar untuk mengaplikasi pengetahuan dalam situasi kontekstual atau tahapan selanjutnya.

Karakteristik pengalaman belajar memahami:

- Menghubungkan pengetahuan baru dengan pengetahuan sebelumnya
- Menstimulasi proses berpikir murid
- Menghubungkan dengan konteks nyata dan/atau kehidupan sehari-hari
- Memberikan kebebasan eksploratif dan kolaboratif
- Menanamkan nilai-nilai moral dan etika dan nilai positif lainnya
- Mengaitkan pembelajaran dengan pembentukan karakter murid

2 Mengaplikasi

Mengaplikasi merupakan pengalaman belajar yang menunjukkan aktivitas murid mengaplikasikan pengetahuan secara kontekstual. Pengetahuan yang diperoleh murid pada tahapan memahami diaplikasikan sebagai proses perluasan pengetahuan. Tahapan ini memberikan kesempatan kepada murid untuk menerapkan pengetahuan baik secara individu maupun kolaboratif. Pendalaman pengetahuan ini dilakukan dalam bentuk pengalaman belajar pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan lain-lain. Pengaplikasian pengetahuan ini mengimplementasikan kebiasaan pikiran dalam mengaplikasi pengetahuan yang melibatkan penerapan pola pikir yang mendukung proses belajar, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan secara efektif. Murid melakukan praktik pemecahan masalah/isu yang kontekstual dan memberikan pengalaman nyata murid. Pendidik menghadirkan isu/masalah dalam konteks lokal/nasional/global atau di dalam dunia profesional. Pendekatan multidisiplin dan interdisiplin antar materi pelajaran berperan penting pada tahapan ini. Pada tahap ini, murid membangun solusi kreatif dan inovatif dalam pemecahan masalah konkret, yang hasilnya dapat berupa produk/kinerja murid. Keterlibatan murid ini dapat memberikan manfaat tidak hanya keterampilan akademik namun juga keterampilan hidup sehingga menumbuhkan kepedulian atas perannya sebagai bagian dari lingkungan sosial.



Pada tahap ini berikan kesempatan pada murid untuk menerapkan keterampilan atau pengetahuan tertentu dalam berbagai konteks. Sebagai pendidik, kita sebaiknya tidak berasumsi bahwa jika murid sudah belajar suatu pengetahuan atau keterampilan, murid secara otomatis dengan sendirinya mengetahui kapan dan di mana menggunakannya. Penting untuk secara jelas pembelajaran memfasilitasi konteks di mana pengetahuan dan keterampilan tersebut dapat atau tidak dapat diterapkan oleh murid.

Karakteristik pengalaman belajar mengaplikasi:

- Menghubungkan konsep baru dengan pengetahuan sebelumnya.
- Menerapkan pengetahuan ke dalam situasi nyata atau bidang lain.
- Mengembangkan pemahaman dengan eksplorasi lebih lanjut.
- Berpikir kritis dan mencari solusi inovatif berdasarkan pengetahuan yang ada.

3 Merefleksi

Merefleksi merupakan proses saat murid mengevaluasi dan memaknai proses serta hasil dari tindakan atau praktik nyata yang telah mereka lakukan. Refleksi ini bertujuan untuk memahami sejauh mana tujuan pembelajaran tercapai, serta mengeksplorasi kekuatan, tantangan, dan area yang perlu diperbaiki. Tahap refleksi melibatkan regulasi diri sebagai kemampuan individu untuk mengelola proses belajarnya secara mandiri, meliputi perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan evaluasi terhadap cara belajar mereka.

Regulasi diri memungkinkan murid untuk mengambil tanggung jawab atas pembelajaran mereka sendiri, meningkatkan motivasi intrinsik, dan mencapai tujuan belajar secara efektif. Dalam proses ini, murid menerima umpan balik yang spesifik dan relevan dari pendidik, teman sebaya, komunitas, atau pihak terkait untuk membantu mereka meningkatkan kompetensi. Refleksi dilakukan secara personal untuk pengembangan diri dan secara kontekstual untuk memahami kontribusi dan peran mereka dalam lingkungan sosial. Dengan refleksi yang efektif, murid tidak hanya menyadari keberhasilan dan kekurangannya, tetapi juga mampu merumuskan langkah-langkah konkret untuk perbaikan di masa depan, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan berkelanjutan.

Dalam pengalaman belajar merefleksi, murid tidak hanya diminta untuk mengulang atau mengingat kembali materi yang telah dipelajari, tetapi diarahkan untuk mengonstruksi kembali pemahamannya secara kritis, menghubungkannya dengan konteks yang lebih luas, serta mengidentifikasi implikasi atau kemungkinan penerapan dalam situasi berbeda. Proses ini melibatkan keterampilan metakognitif, seperti menyadari cara berpikir mereka sendiri, mengevaluasi strategi yang digunakan saat belajar, serta menilai keberhasilan atau hambatan dalam pencapaian tujuan belajar. Dengan demikian, refleksi berfungsi sebagai jembatan antara pengalaman belajar dan transfer pengetahuan, memungkinkan murid untuk menggeneralisasi prinsip-prinsip inti, memformulasikan pertanyaan baru, serta mengembangkan alternatif ide atau solusi yang dapat diterapkan di luar konteks awal pembelajaran.

Pendekatan ini memperkuat pembelajaran mendalam karena mendorong murid menjadi pelajar aktif, reflektif, dan adaptif. Hal inilah yang menjadi pembeda antara pengalaman belajar merefleksi dengan refleksi sebagai bagian dari proses pembelajaran.

Karakteristik pengalaman belajar merefleksi:

- a. Memotivasi diri sendiri untuk terus belajar bagaimana cara belajar.
- b. Refleksi terhadap pencapaian tujuan pembelajaran (evaluasi diri).
- c. Menerapkan strategi berpikir.
- d. Memiliki kemampuan metakognisi (meregulasi diri dalam pembelajaran).
- e. Meregulasi emosi dalam pembelajaran.



Pertanyaan pada tahap refleksi dapat mendorong murid untuk berpikir kritis terhadap dirinya dan proses belajarnya, sehingga murid dapat mengevaluasi kebermanfaatan dari ide yang telah diberikan, menganalisis keberhasilan/tantangan dari proyek/produknya yang sudah dihasilkan, merancang strategi yang akan dilakukan untuk lebih berperan atau mengembangkan diri selanjutnya.

Penerapan pembelajaran mendalam juga melibatkan empat komponen penting yang saling mendukung dan membentuk pengalaman belajar yang holistik bagi murid. Keempat komponen ini adalah praktik pedagogis, lingkungan pembelajaran, pemanfaatan teknologi digital, dan kemitraan pembelajaran.

1 Praktik Pedagogis

Praktik pedagogis merujuk pada strategi mengajar yang dipilih pendidik untuk mencapai tujuan belajar dalam mencapai dimensi profil lulusan. Untuk mewujudkan pembelajaran mendalam pendidik berfokus pada pengalaman belajar murid yang autentik, mengutamakan praktik nyata, mendorong keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kolaborasi. Pembelajaran mendalam dapat dilaksanakan menggunakan berbagai praktik pedagogis dengan menerapkan tiga prinsip yaitu **berkesadaran, bermakna, menggembirakan**, contohnya: pembelajaran berbasis inkuiri, pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran kolaboratif, pembelajaran stem (*science, technology, engineering, mathematic*), pembelajaran berdiferensiasi, diskusi, peta konsep, *advance organizer*, kerja kelompok, dan sebagainya.

2 Lingkungan Pembelajaran

Lingkungan pembelajaran menekankan integrasi antara ruang fisik, ruang virtual, dan budaya belajar untuk mendukung pembelajaran mendalam.

- a. Budaya belajar yang dikembangkan agar tercipta iklim belajar yang aman, nyaman, dan saling memuliakan untuk pembelajaran yang kondusif, interaktif, dan memotivasi murid bereksplorasi, berekspresi, dan kolaborasi.
- b. Optimalisasi ruang fisik sebagai proses interaksi langsung dalam menciptakan suasana belajar yang kondusif, meningkatkan kenyamanan, serta mendukung pembelajaran mendalam seperti ruang kelas, ruang konseling, laboratorium, lingkungan satuan pendidikan, perpustakaan, lingkungan/alam sekitar, ruang seni, ruang praktik keterampilan, ruang ibadah, aula/auditorium, museum, dan lainnya.
- c. Pemanfaatan ruang virtual untuk interaksi, transfer ilmu, penilaian pembelajaran tanpa keterbatasan ruang fisik, seperti desain pembelajaran daring, platform pembelajaran daring/hybrid, dan penilaian daring, dan lainnya.

Dengan integrasi ketiga aspek tersebut, proses pembelajaran tidak hanya mendukung perkembangan pengetahuan, tetapi juga membentuk murid yang adaptif dan menjadi pembelajaran mandiri. Misalnya dengan menerapkan Model *"Flipped Classroom"*, murid dapat mempelajari materi dasar di rumah (melalui video atau bacaan), kemudian menggunakan waktu di kelas untuk berdiskusi dan mengerjakan proyek.

3 Pemanfaatan Teknologi Digital

Pemanfaatan teknologi digital juga memegang peran penting sebagai katalisator untuk menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif, kolaboratif, dan kontekstual. Tersedianya beragam sumber belajar menjadi peluang menciptakan pengetahuan bermakna pada murid. Peran teknologi digital tidak terbatas hanya sebagai alat presentasi dan penyedia informasi namun teknologi digital dapat dimanfaatkan dalam perencanaan, pelaksanaan, dan asesmen pembelajaran. Murid mendapatkan pengalaman belajar yang lebih interaktif, fleksibel, dan kolaboratif.

Sebagai contoh, dalam perencanaan pembelajaran, teknologi digital dapat digunakan untuk merancang perencanaan pembelajaran, menyusun perencanaan pembelajaran berbasis proyek, mendesain bahan ajar visual dan infografis, serta membuat konten interaktif seperti kuis dan simulasi. Pada tahap pelaksanaan, teknologi digital memfasilitasi pemanfaatan website sebagai sumber belajar, perpustakaan digital, video edukasi, multimedia interaktif, simulasi, animasi, dan gamifikasi. Sementara itu, dalam asesmen pembelajaran, teknologi digital dapat dimanfaatkan untuk pembuatan tes formatif interaktif, serta pengelolaan portofolio digital. Dengan demikian, teknologi digital menjadi alat yang integral dalam mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif dan inovatif.

4 Kemitraan pembelajaran

Kemitraan pembelajaran akan membentuk hubungan yang kolaboratif untuk memberikan pengalaman belajar, kebaruan informasi serta umpan balik kepada murid melalui pengetahuan yang kontekstual dan nyata. Pendekatan ini memindahkan kontrol pembelajaran dari pendidik saja menjadi kolaborasi bersama. Pendidik membangun peran murid sebagai rekan belajar yang aktif mendesain dan mengarahkan strategi belajar mereka. Pendidik dapat melibatkan keluarga, masyarakat, atau komunitas sebagai mitra yang memberikan dukungan serta konteks otentik dalam pembelajaran. Pendidik juga dapat memfasilitasi koneksi dengan ahli atau mitra profesional untuk memberikan umpan balik dan meningkatkan relevansi pembelajaran.

Kemitraan pembelajaran dapat dibangun dalam berbagai lingkup, seperti lingkungan satuan pendidikan (melibatkan kepala satuan pendidikan, pengawas satuan pendidikan, pendidik, dan murid), lingkungan luar satuan pendidikan (melibatkan MGMP, mitra profesional, dunia usaha, industri, institusi pendidikan, dan media), serta masyarakat (melibatkan orang tua, komunitas, tokoh masyarakat, dan organisasi keagamaan atau budaya). Dengan melibatkan berbagai pihak, kemitraan ini tidak hanya memperkaya pengalaman belajar murid tetapi juga memperluas jaringan dan sumber daya yang mendukung terciptanya pembelajaran yang holistik dan berkelanjutan.



Integrasi (1) praktik pedagogis, (2) kemitraan pembelajaran, (3) lingkungan pembelajaran, dan (4) pemanfaatan teknologi mewujudkan pembelajaran mendalam yang efektif dan mendukung terwujudnya prinsip pembelajaran bermakna, berkesadaran, dan menggembirakan.

2. Penyusunan Alur Tujuan Pembelajaran

Rumusan capaian pembelajaran Fisika yang sudah dianalisis, dirumuskan menjadi tujuan pembelajaran untuk kemudian diurutkan menjadi alur tujuan pembelajaran. Alur tujuan pembelajaran tuntas dalam satu fase (fase F), dapat dikembangkan oleh pendidik dengan cara:

- mengembangkan sepenuhnya alur tujuan pembelajaran dan/atau perencanaan pembelajaran;
- mengembangkan alur tujuan pembelajaran dan/atau rencana pembelajaran berdasarkan contoh-contoh yang disediakan pemerintah; atau
- menggunakan contoh yang disediakan sesuai dengan kebutuhan belajar murid.

Berikut contoh penyusunan Alur Tujuan Pembelajaran Fisika.

Mata Pelajaran : Fisika

Fase : F

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran
Pada akhir Fase F, murid memiliki kemampuan sebagai berikut. Pemahaman Fisika Menganalisis hubungan gerak dan gaya serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur; <i>membuat karya yang menunjukkan penerapan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari</i>; menganalisis konsep kalor dan termodinamika serta penerapannya untuk mengidentifikasi fenomena perubahan iklim; menganalisis gejala gelombang dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari; mengevaluasi rangkaian listrik; menganalisis fenomena elektromagnetik; menganalisis teori dasar fisika modern dan pengaruhnya terhadap perkembangan teknologi; serta menerapkan teori dasar digital dalam kehidupan sehari-hari. Keterampilan Proses Menerapkan keterampilan proses yang mencakup: Mengamati Murid mengamati fenomena ilmiah dan mencatat hasil pengamatannya dengan memperhatikan detail dari objek yang diamati untuk memunculkan pertanyaan yang akan diselidiki.	- Menganalisis hubungan gerak dan gaya serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur. - Membuat karya yang menunjukkan penerapan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari. - Menganalisis konsep kalor dan termodinamika serta penerapannya untuk mengidentifikasi fenomena perubahan iklim - Menganalisis gejala gelombang dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.	Kelas XI - menganalisis hubungan gerak dan gaya serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur. - membuat karya yang menunjukkan penerapan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari. - Menerapkan gejala gelombang dalam kehidupan sehari-hari; - Menganalisis konsep kalor dan termodinamika serta penerapannya untuk mengidentifikasi fenomena perubahan iklim.

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran
- Mempertanyakan dan Memprediksi Murid merumuskan pertanyaan ilmiah dan hipotesis yang dapat diselidiki secara ilmiah. - Merencanakan dan Melakukan Penyelidikan Murid merencanakan dan memilih metode yang sesuai berdasarkan referensi untuk Elemen Capaian Pembelajaran mengumpulkan data yang dapat dipercaya. Murid memilih dan menggunakan alat dan bahan, termasuk penggunaan teknologi digital yang sesuai untuk mengumpulkan serta mencatat data secara sistematis dan akurat. - Memproses, Menganalisis Data dan Informasi Murid menafsirkan informasi yang didapatkan dengan jujur dan bertanggung jawab. Murid menggunakan berbagai metode untuk menganalisis pola dan kecenderungan pada data. Murid mendeskripsikan hubungan antar variabel serta mengidentifikasi inkonsistensi yang terjadi. Murid menggunakan pengetahuan ilmiah untuk menarik kesimpulan yang konsisten dengan hasil penyelidikan. - Mengevaluasi dan Refleksi Murid mengidentifikasi sumber ketidakpastian dan kemungkinan penjelasan alternatif dalam rangka mengevaluasi kesimpulan, serta menjelaskan cara spesifik untuk meningkatkan kualitas data. Murid menganalisis validitas informasi	- Mengevaluasi rangkaian listrik dalam pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari. - Menganalisis fenomena elektromagnetik dan pemanfaatannya dalam teknologi sehari-hari. - Menganalisis teori dasar Fisika modern dan pengaruhnya terhadap perkembangan teknologi. - Menerapkan teori dasar digital dalam kehidupan sehari-hari.	Kelas XII - Mengevaluasi rangkaian listrik dalam pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari. - Menganalisis fenomena elektromagnetik dan pemanfaatannya dalam teknologi sehari-hari. - Menganalisis teori dasar Fisika modern dan pengaruhnya terhadap perkembangan teknologi. - Menerapkan teori dasar digital dalam kehidupan sehari-hari.

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran
dari sumber primer dan sekunder dan mengevaluasi pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam penyelidikan. • Mengomunikasikan Hasil Murid mengomunikasikan hasil penyelidikan secara sistematis dan utuh ditunjang dengan argumen ilmiah dan terbuka terhadap pendapat yang lebih relevan.		

3. Penerapan Perencanaan Pembelajaran Mendalam

Dalam menyusun perencanaan pembelajaran, pendidik diharapkan merancang pembelajaran secara mendalam seperti pada gambar berikut.



Gambar 3. Perencanaan Pembelajaran dengan Pembelajaran Mendalam

4. Contoh Perencanaan Pembelajaran Mendalam

Fase F Kelas XI

“Mengungkap Keajaiban Fluida di Sekitar Kita”

Mata Pelajaran	: Fisika
Topik	: Fluida
Fase/Kelas	: F / XI
Alokasi waktu	: 25 JP

Identifikasi

Dimensi Profil Lulusan

☐ Keimanan dan Ketaqwaan terhadap Tuhan YME	☒ Penalaran Kritis	☒ Kolaborasi	☐ Kesehatan
☐ Kewargaan	☐ DPL 4 Kreativitas	☐ Kemandirian	☒ Komunikasi

Desain Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran	: Membuat karya yang menunjukkan penerapan fluida dalam kehidupan sehari-hari
Praktik Pedagogis	: Percobaan, Diskusi kelompok dan Presentasi
Kemitraan Pembelajaran	: Pendidik bidang studi Biologi
Lingkungan Pembelajaran	: Memberikan kesempatan kepada murid untuk berperan aktif dalam pembelajaran, menyampaikan pendapatnya dalam ruang kelas dan forum diskusi.
Pemanfaatan Digital	: Asesmen daring (jurnal refleksi individu, formatif)

Langkah-langkah Pembelajaran

Sub-topik 1 (Kerapatan, Tekanan Hidrostatik dan Prinsip Pascal) – 9JP

- Murid mengikuti asesmen awal tentang pemahaman wujud umum zat, konsep massa dan berat, konsep tekanan, serta besaran dan satuan. Pertanyaan disajikan menggunakan aplikasi digital pembuat soal. Pertanyaan yang diberikan bersifat tertutup, jika benar skor 1 dan salah skor 0. Berikut contoh pertanyaan yang diberikan:
 1. Partikel dalam zat cair bergerak lebih bebas dan berjauhan dibandingkan partikel dalam zat padat dan gas. (jawaban : salah)
 2. Sebuah benda akan memiliki massa yang sama jika ditimbang di bulan dan di bumi? (jawab: benar)
 3. Kerapatan es lebih kecil daripada kerapatan air (jawab : benar)
 4. Satuan kerapatan dalam Sistem Internasional (SI) adalah kg/m^2 (jawab: salah)
 5. Tekanan yang diberikan oleh jarum suntik lebih kecil daripada tekanan yang diberikan oleh spidol karena luas permukaan spidol lebih besar dari jarum suntik (jawaban: Salah)
 6. Tekanan akan semakin besar jika Gaya dan luas diperbesar (jawaban: salah)
- 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.

Memahami (Berkesadaran dan Bermakna)

- Murid berdiskusi untuk mendefinisikan pengertian fluida dengan mengamati tabel sifat zat berdasarkan bentuk, volume, jarak antar partikel, dan gerak partikel penyusunnya.

Contoh tabel seperti berikut

No	Zat Padat	Zat Cair	Zat Gas
1.	Mempunyai bentuk dan volume tertentu.	Bentuk tidak tetap bergantung wadahnya, volume tertentu.	Tidak mempunyai bentuk dan volume tertentu, bergantung tempatnya.
2.	Jarak antarpartikel sangat rapat	Jarak antarpartikel agak renggang.	Jarak antarpartikel sangat renggang.
3.	Partikel-partikelnya tidak dapat bergerak bebas	Partikel-partikelnya dapat bergerak bebas.	Partikel-partikelnya dapat bergerak sangat cepat.

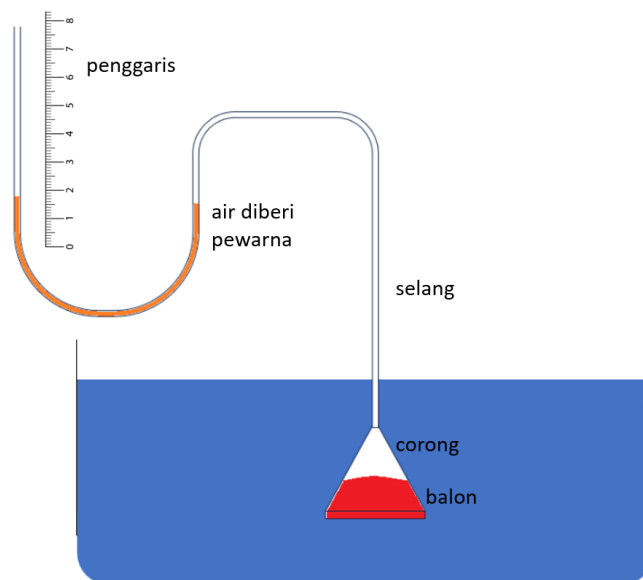
Tabel perbedaan zat padat, zat cair dan zat gas

Sumber : <https://s.id/TetDx>

- Murid mengamati fenomena es terapung, sementara sirup tenggelam saat dimasukkan ke dalam air. Kemudian murid diajak untuk memunculkan pertanyaan sebanyak mungkin lalu mendiskusikan konsep kerapatan benda.
- Murid mengamati tayangan video tentang konsep tekanan hidrostatik kemudian murid diminta untuk menjelaskan fenomena tersebut.

Video dapat dilihat di: <https://s.id/8rEKg>

- Murid melakukan percobaan untuk memahami konsep tekanan hidrostatik menggunakan corong yang ditutupi balon dan dihubungkan dengan selang seperti gambar 1. Kegiatan praktikum bisa dilaksanakan di laboratorium fisika, di kelas atau diluar ruangan. Panduan praktikum terlampir pada "[LKM – 1](#)" dan bisa dilihat di <https://s.id/i3DnI>.
- Setelah melakukan kegiatan tersebut, murid diharapkan dapat memahami besaran – besaran yang memengaruhi tekanan hidrostatik, hubungan kedalaman dengan tekanan hidrostatik, menggambarkan nya dalam grafik serta dapat memformulasikan persamaan tekanan hidrostatik berdasarkan grafik tersebut.



Gambar 1. Alat untuk mengetahui pengaruh kedalaman terhadap tekanan

Dokumentasi Pribadi

- Secara berkelompok, murid mendiskusikan penerapan tekanan hidrostatik dalam kehidupan sehari hari, misalnya pada desain bendungan, prinsip kerja barometer, waterpass, dan alat ukur tekanan darah (sfigmomanometer). Setiap kelompok membuat media yang berisi penjelasan tentang materi yang dibahas. Murid diberi kebebasan untuk menuangkan idenya dalam bentuk poster, media presentasi, video, essay, atau infografis. Kemudian setiap kelompok mempresentasikan hasil nya di depan kelas.

Catatan : Dalam hal penggunaan sfigmomanometer, kita bisa berkolaborasi dengan pendidik biologi untuk menjelaskan proses peredaran darah, tekanan darah dan penggunaan sfigmomanometer serta dalam pelaksanaan dan tindak lanjut asesmen.

- Setelah memahami konsep tekanan hidrostatik, murid mengamati tayangan video tentang penerapan Prinsip Pascal. Murid diminta untuk menggali informasi dari tayangan video kemudian diminta mengemukakan pendapatnya mengenai informasi yang diperoleh. Tayangan video bisa dilihat di: <https://s.id/nOVir>
- Secara berkelompok murid mengkaji pustaka tentang Prinsip Pascal dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Diharapkan murid mampu memahami besaran-besaran yang memengaruhi prinsip pascal, memformulasikan persamaan prinsip pascal serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari misalnya pada dongkrak hidrolik dan rem cakram.
- Murid mengomunikasikan hasil kajian pustaka terkait prinsip pascal dan penerapannya dalam bentuk infografis, essay, poster, media presentasi, video dan yang lainnya yang murid sukai.

Mengaplikasi (Bermakna, Menggembirakan)

- Untuk lebih memahami materi tekanan hidrostatik dan prinsip Pascal, murid diminta untuk merancang ide dan menciptakan sebuah karya (karya bisa berupa pemodelan, prototype, simulasi, atau infografis interaktif) yang merepresentasikan pemahaman mendalam tentang tekanan hidrostatik dan prinsip Pascal. LKM 2 Terlampir dan bisa dilihat di <https://s.id/ltPUc>.

Merefleksi (Berkesadaran, Bermakna)

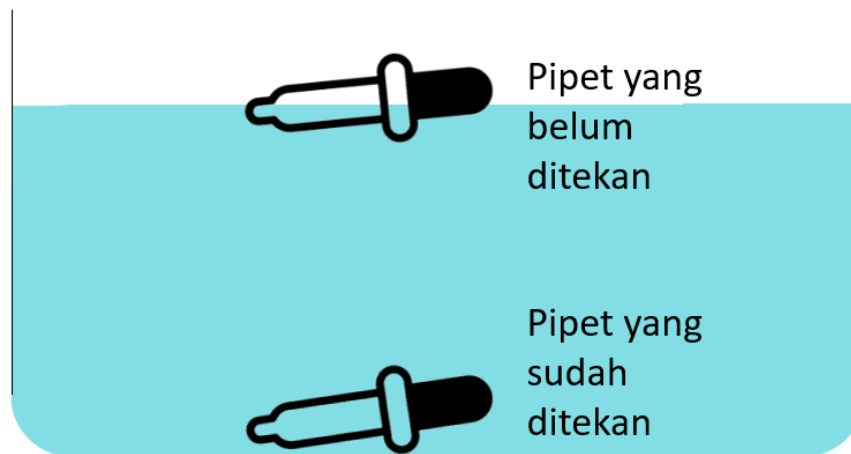
- Murid menganalisis konsep tekanan hidrostatik dan prinsip Pascal kemudian dihubungkan dengan bidang ilmu lain dan perkembangan teknologi seperti biologi (sistem peredaran darah), teknik (pompa dan mesin), lingkungan (sistem irigasi dan pendangkalan sungai). Murid diberi kebebasan untuk mengambil satu tema untuk dikembangkan. Murid diharapkan menemukan gagasan baru serta mengembangkan solusi untuk memecahkan masalah yang relevan. Murid dapat menggunakan panduan pengerjaan pada LKM 3 yang bisa dilihat pada tautan berikut <https://s.id/MRhIV>
- Murid mendapatkan umpan balik dan apresiasi dari teman dan pendidik terkait karya dan presentasi yang telah dilakukan
- Murid mengisi jurnal refleksi individu terhadap pembelajaran yang telah dilakukan. Jurnal refleksi individu terlampir dan bisa dilihat di <https://s.id/ZUJ7K>

Sub topik-2 (Prinsip Archimedes) – 8 JP

Memahami (Berkesadaran dan Bermakna)

- Murid mengamati demonstrasi konsep Archimedes dengan menggunakan berbagai benda yang tenggelam atau mengapung dalam air seperti batu, es batu, dan bola plastik; atau percobaan telur yang dimasukkan ke dalam air kemudian ke dalamnya dilarutkan garam secara bertahap; atau pipet yang dimasukkan ke dalam air dan dibandingkan dengan pipet yang ditekan karetnya saat di dalam air.

- Berdasarkan demonstrasi tersebut, murid diminta untuk menggali informasi dan menjelaskan fenomena yang terjadi secara langsung. Murid yang lain, mengomentari dan saling melengkapi.



Gambar 1. Alat untuk memahami konsep archimedes
Dokumentasi Pribadi

- Murid mengkaji pustaka tentang prinsip Archimedes, gaya apung serta penerapan nya dalam kehidupan sehari hari misalnya pada prinsip kerja kapal laut dan kapal selam. Diharapkan murid mampu menganalisis besaran besaran yang memengaruhi gaya apung, memformulasikan persamaan gaya apung serta mampu menjelaskan penerapan nya dalam kehidupan sehari hari.

Mengaplikasi (Bermakna, Menggembirakan)

- Murid merancang dan melakukan percobaan secara berkelompok untuk menghitung besarnya gaya apung. LKM 4 Terlampir dan bisa dilihat di <https://s.id/uZsPF>
- Setelah melakukan percobaan, murid membuat laporan dan mempresentasikan nya.

Merefleksi (Berkesadaran, Bermakna)

- Murid diminta untuk mengkaji dan mengeksplorasi materi prinsip archimedes dihubungkan dengan isu global secara mendalam, menemukan gagasan baru serta mengembangkan solusi untuk memecahkan masalah yang relevan. Contoh materi kajian seperti Kapal selam modern dan eksplorasi laut dalam, Robotika bawah air untuk monitoring lingkungan, balon udara dan pengamatan atmosfer, jembatan apung dan infrastruktur ramah lingkungan, pengembangan material ringan untuk transportasi laut.
- Murid mempresentasikan pemahaman nya dalam bentuk karya berupa essay, infografis, video atau menggunakan media lain.

- Murid mendapatkan umpan balik dan apresiasi dari teman dan pendidik terkait karya yang dibuat, percobaan dan presentasi yang telah dilakukan
- Murid mengisi jurnal refleksi individu terhadap pembelajaran yang telah dilakukan. Jurnal refleksi individu terlampir dan bisa lihat di <https://s.id/ZUJ7K>

Sub-topik 3 (fluida ideal, asas kontinuitas, dan Prinsip Bernoulli) – 8 JP

Memahami (Berkesadaran dan Bermakna)

- Murid mendemonstrasikan fenomena dua lembar kertas atau dua buah balon yang digantung sejajar berhadapan dan memprediksi apa yang akan terjadi jika angin dihembuskan (ditiup) di antaranya keduanya.
- Murid mengkaji pustaka tentang sifat fluida ideal, asas kontinuitas, dan Prinsip Bernoulli, misalnya di Buku murid Fisika kelas XI atau tayangan video.
- Murid mendiskusikan persoalan yang berhubungan dengan prinsip kerja penyemprot parfum, perahu layar yang memanfaatkan angin, pemanfaatan pada sistem irigasi, kincir angin, desain aerodinamis pada mobil F1, dan perhitungan pada venturimeter secara berkelompok.
- Murid menganalisis kasus tangki air yang bocor, kemudian memformulasikan besaran kecepatan air yang mengalir, waktu air untuk sampai ke tanah dan jarak jangkauan terjauh air.

Mengaplikasi (Bermakna, Menggembirakan)

- Murid merancang model aliran air pada rumah bertingkat. LKM 5 terlampir dan bisa dilihat di <https://s.id/KJst5>
- Murid membuat laporan dan mempresentasikan hasil rancangan secara berkelompok

Merefleksi (Berkesadaran, Bermakna)

- Murid diminta untuk mengaitkan materi fluida dinamis dengan isu global diantaranya krisis air bersih dan sistem irigasi yang efisien. Murid akan dipandu dengan LKM 6 yang bisa dilihat pada tautan berikut <https://s.id/BewqB>.
- Murid mendapatkan umpan balik dan apresiasi dari teman dan pendidik terkait karya yang telah dibuat
- Murid membuat jurnal refleksi individu terhadap pembelajaran yang telah dilakukan. Jurnal refleksi individu terlampir dan bisa lihat di <https://s.id/ZUJ7K>
- Murid mengerjakan soal tes tulis untuk mengetahui ketercapaian tujuan pembelajaran. Contoh asesmen akhir pembelajaran terlampir atau bisa dilihat di <https://s.id/RnbsP>.

Asesmen Pembelajaran**Asesmen Proses Pembelajaran****Asesmen Performa dan penyelesaian laporan 1**

Aspek	Indikator	Penskoran
Presentasi Lisan	- bertanya atau merespon pertanyaan contoh penerapan konsep tekanan hidrostatik dan atau Prinsip Pascal - menjelaskan contoh penerapan konsep tekanan hidrostatik, dan atau Prinsip Pascal - membacakan contoh penerapan konsep tekanan hidrostatik, dan atau Prinsip Pascal - menyimak contoh penerapan konsep tekanan hidrostatik, dan atau Prinsip Pascal	Sesuai jumlah indikator yang terpenuhi (0–4)
Laporan Tertulis	mengumpulkan laporan berisi: - hasil percobaan tekanan hidrostatik - hasil kajian pustaka tentang konsep tekanan hidrostatik - hasil diskusi tentang penerapan tekanan hidrostatik - hasil kajian pustaka tentang Prinsip Pascal - hasil diskusi tentang penerapan Prinsip Pascal	Sesuai jumlah indikator yang terpenuhi (0–5)

Rencana Tindak Lanjut:

- murid dengan skor minimal 2 untuk lisan dan 5 untuk tulisan, dapat melanjutkan pada kegiatan berikutnya.
- Bagi yang belum memenuhi, melanjutkan kegiatan dengan didampingi pendidik.

Asesmen Performa dan penyelesaian laporan 2

Aspek	Indikator	Penskoran
Presentasi Lisan	• bertanya atau merespon pertanyaan contoh penerapan konsep gaya apung dan atau Prinsip Archimedes • menjelaskan contoh penerapan konsep gaya apung dan atau Prinsip Archimedes • membacakan contoh penerapan konsep gaya apung dan atau Prinsip Archimedes • menyimak contoh penerapan konsep gaya apung dan atau Prinsip Archimedes	Sesuai jumlah indikator yang terpenuhi (0-4)
Laporan Tertulis	mengumpulkan laporan berisi: • hasil pengamatan demonstrasi • hasil percobaan prinsip Archimedes • hasil kajian pustaka tentang konsep gaya apung dan Prinsip Archimedes • hasil kajian pustaka tentang penerapan hukum archimedes pada prinsip kerja kapal laut dan kapal selam	Sesuai jumlah indikator yang terpenuhi (0-4)

Rencana Tindak Lanjut:

- murid dengan skor minimal 2 untuk lisan dan dan 6 untuk tulisan, dapat melanjutkan pada kegiatan berikutnya.
- Bagi yang belum memenuhi, melanjutkan kegiatan dengan didampingi pendidik.

Rubrik Penilaian LKM 3

Aspek Penilaian	Sangat Baik (4)	Baik (3)	Cukup (2)	Kurang (1)
Pemahaman Konsep	Konsep fisika (Pascal/ Archimedes) dijelaskan dengan sangat tepat dan mendalam dalam karya.	Konsep fisika dijelaskan dengan tepat dalam karya.	Konsep fisika dijelaskan namun kurang mendalam/ ada sedikit kekeliruan.	Konsep fisika tidak jelas atau banyak kekeliruan.
Kreativitas & Inovasi	Karya menunjukkan ide yang sangat orisinal, kreatif, dan inovatif.	Karya menunjukkan ide yang kreatif.	Karya cukup kreatif, namun ide kurang orisinal.	Karya kurang menunjukkan kreativitas.
Fungsionalitas/ Relevansi	Karya berfungsi dengan sangat baik/sangat relevan dengan tujuan yang ditetapkan.	Karya berfungsi baik/relevan dengan tujuan.	Karya berfungsi cukup baik/ cukup relevan.	Karya tidak berfungsi atau tidak relevan.
Kualitas Produk/ Tampilan	Produk dibuat dengan sangat rapi, detail, dan menarik.	Produk dibuat dengan rapi dan detail.	Produk dibuat cukup rapi.	Produk kurang rapi atau tidak selesai.
Presentasi & Komunikasi	Presentasi sangat jelas, sistematis, percaya diri, dan mampu menjawab pertanyaan dengan baik.	Presentasi jelas dan mampu menjawab pertanyaan.	Presentasi cukup jelas, namun ada keraguan/ kesulitan menjawab pertanyaan.	Presentasi tidak jelas atau tidak mampu menjawab pertanyaan.

Asesmen Performa dan penyelesaian laporan 4

Aspek	Indikator	Penskoran
Presentasi Lisan	- bertanya atau merespon pertanyaan contoh penerapan konsep fluida ideal, asas kontinuitas, dan Prinsip Bernoulli - menjelaskan contoh penerapan konsep fluida ideal, asas kontinuitas, dan Prinsip Bernoulli - membacakan contoh penerapan konsep fluida ideal, asas kontinuitas, dan Prinsip Bernoulli - menyimak contoh penerapan konsep gaya fluida ideal, asas kontinuitas, dan Prinsip Bernoulli	Sesuai jumlah indikator yang terpenuhi (0-4)
Laporan Tertulis	mengumpulkan laporan berisi: - hasil pengamatan demonstrasi - catatan hasil diskusi - hasil kajian pustaka tentang sifat fluida ideal, asas kontinuitas, dan Prinsip Bernoulli - hasil diskusi tentang penerapan prinsip Bernoulli pada alat atau teknologi tertentu	Sesuai jumlah indikator yang terpenuhi (0-4)
Rancangan aliran air rumah	- Perencanaan dan Desain (20%) - Proses Pembuatan (20%) - Laporan dan Analisis (35%) - Presentasi (25%) * Bobot penilaian bisa disesuaikan	Sesuai jumlah indikator yang terpenuhi 0-100 %

Rencana Tindak Lanjut:

- murid dengan skor minimal 2 untuk lisan dan 4 untuk tulisan, dapat melanjutkan pada kegiatan berikutnya.
- Bagi yang belum memenuhi, melanjutkan kegiatan dengan didampingi pendidik.
- Bagi yang presentasi lisan, mendapat skor tambahan.
- murid dengan skor minimal rancangan 80% dapat melanjutkan pada kegiatan berikutnya. Bagi yang belum memenuhi, melanjutkan dengan didampingi pendidik

Jurnal Refleksi Individu

Setelah mengikuti pembelajaran materi Fluida, tuliskan pengalaman kalian selama pembelajaran dengan menjawab pertanyaan berikut

Pertanyaan	Jawaban
Pemahaman Materi <i>(Tuliskan materi yang sudah dipelajari beserta tingkat pemahaman kalian terhadap materi tersebut)</i> Sub topik 1: Tekanan Hidrostatik dan Prinsip Pascal Sub topik 2: Prinsip Archimedes Sub topik 3: fluida ideal, asas kontinuitas, dan Prinsip Bernoulli	
Kesulitan yang dihadapi <i>(Tuliskan kesulitan kesulitan apa yang kalian hadapi selama pembelajaran)</i>	
Upaya mengatasi kesulitan <i>(Tuliskan bagaimana cara kalian untuk mengatasi kesulitan tersebut)</i>	
Penerapan dalam Kehidupan Sehari-hari <i>(Tuliskan apa saja manfaat kalian mempelajari materi dikaitkan dengan kehidupan sehari hari)</i>	

*Bisa disebarluaskan menggunakan aplikasi pembuat survey seperti google form, spreadsheet dan lainnya

*untuk bagian pemahaman materi, disesuaikan dengan materi yang diberikan

Asesmen Akhir Pembelajaran

Asesmen dilakukan berupa gabungan dari hasil tes tulis dan rekap skor dari asesmen formatif pada tiga sub-topik.

Contoh Soal Tes Tulis

1. Perhatikan tabel berikut.

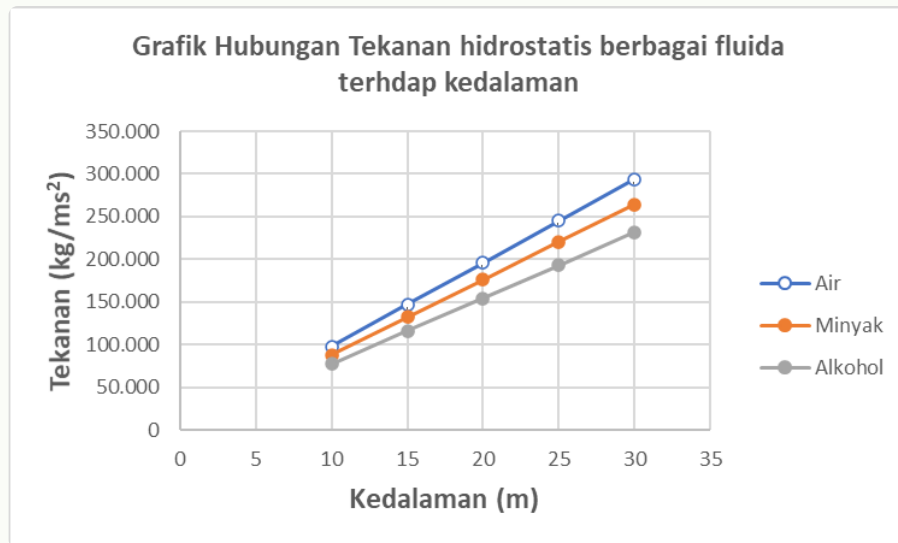
No	Kedalaman (m)	Tekanan Hidrostatik ($\text{Pa} = \text{kg/ms}^2$)		
		air	minyak	alkohol
1	10	98.000	88.200	77.322
2	15	147.000	132.300	115.983
3	20	196.000	176.400	154.644
4	25	245.000	220.500	193.305
5	30	294.000	264.600	231.966

- Buatlah grafik tekanan hidrostatik terhadap kedalaman pada berbagai fluida sesuai tabel data di atas!
- Jelaskan bagaimana kamu dapat mengetahui perbedaan kerapatan fluida yang digunakan berdasarkan grafik tersebut!

Penskoran berdasar jawaban yang diharapkan:

- Grafik yang benar dengan mencakup komponen-komponen minimal grafik: (2 poin)
 - judul
 - label sumbu
 - skala dan interval
 - penempatan titik data
- Bentuk kurva titik data yang dibentuk, berupa garis miring (1 poin)
- Penjelasan pengaruh kerapatan terhadap tekanan bahwa semakin curam kemiringan kurva menyatakan semakin besar kerapatannya (1 poin)

Jawaban



Berdasarkan grafik di atas kita bisa melihat bahwa urutan kemiringan kurva adalah air – minyak – alkohol dan dapat disimpulkan bahwa **semakin curam kemiringan kurva menyatakan semakin besar kerapatannya**

2. Kolaborasi dengan pendidik Biologi

Saat mengukur tekanan darah menggunakan sfigmomanometer, didapatkan hasil 120/80 mmHg. Jelaskan apa arti angka tersebut dan bagaimana sfigmomanometer bisa mendapatkan hasil tersebut.

Asesmen ini berkolaborasi dengan pendidik biologi

Jawaban

Hasil tekanan darah 120/80 mmHg berarti tekanan sistolik adalah 120 mmHg dan tekanan diastolik adalah 80 mmHg.

- Tekanan sistolik (120 mmHg) menunjukkan tekanan dalam arteri saat jantung berkontraksi (memompa darah).
- Tekanan diastolik (80 mmHg) menunjukkan tekanan dalam arteri saat jantung berelaksasi (mengisi darah). (2 point)

Sfigmomanometer bekerja dengan cara mengembang dan menekan lengan untuk menghentikan aliran darah sementara. Ketika tekanan manset diturunkan:

Suara detak pertama yang terdengar melalui stetoskop menunjukkan tekanan sistolik.

Saat suara hilang, itu menunjukkan tekanan diastolik.

Dengan demikian, sfigmomanometer mengukur tekanan darah berdasarkan perubahan aliran darah dan suara aliran darah di arteri (bunyi Korotkoff). (2 point)

Gunakan informasi pada tabel berikut untuk mengerjakan soal di bawahnya.

Bahan	kerapatan (kg/m^3)
Alkohol (Etanol)	789
Kayu (Umum)	600–700
Plastik (Polietilen)	940–970
Air	1000
Minyak	900
Aluminium	2700
Besi	7874
Tembaga	8960

Sebagaimana es batu akan tenggelam di dalam segelas minyak tapi terapung di dalam segelas air. Bagaimana keadaan es batu tersebut di dalam segelas etanol? Jelaskan jawabanmu!

Jawaban dan Penskoran yang diharapkan:

- menjelaskan kondisi es batu tenggelam dalam minyak dan terapung dalam air berarti kerapatan es lebih besar dari minyak dan lebih kecil dari air, (1 poin)
- menyimpulkan jika es dimasukkan dalam etanol yang kerapatannya lebih kecil dari minyak, maka es batu akan tenggelam. (1 poin)

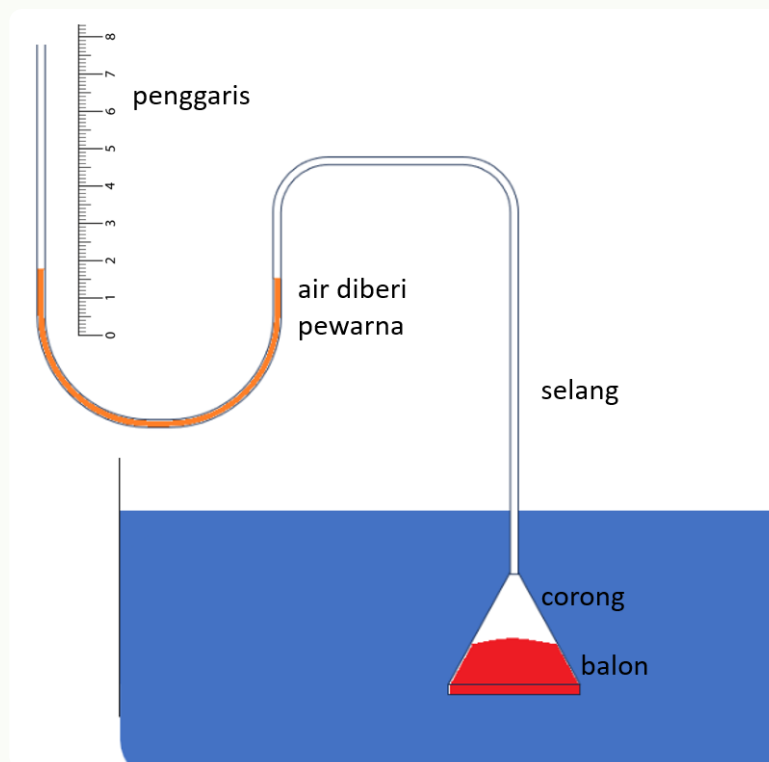
3. Sebuah tangki penampung air berbentuk silinder dengan diameter 1 meter dan tinggi 2 meter diletakkan di atas menara setinggi 19,8 meter di atas permukaan tanah. Di bagian samping tangki tersebut, terdapat lubang yang berada sekitar 20 cm di atas dasar tangki.

Gambarkan skema tangki tersebut dan gambar prediksi lintasan air yang keluar dari lubang lengkap beserta keterangan ukurannya!

(catatan: bagian atas tangki terbuka dan kecepatan turunnya air sangat lambat hingga dianggap nol)

Penskoran berdasar jawaban yang diharapkan:

- Membuat gambar sesuai dengan ilustrasi pertanyaan lengkap dengan ukurannya (2 poin)
- menggambarkan prediksi lintasan air menggunakan perhitungan berdasar prinsip Bernoulli (2 poin)



Gambar 2. tangki dengan kebocoran

Dokumentasi Pribadi

Berdasarkan gambar di atas, kita bisa mencari kecepatan semburan air dengan persamaan berikut:

$$P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 = P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 ; P_2 = P_1 = P_0; v_1 = 0$$

$$\frac{1}{2} \rho v_2^2 = \rho g (h_1 - h_2)$$

$$v_2 = \sqrt{g(h_1 - h_2)} ; h_1 - h_2 = h$$

$$v_2 = \sqrt{g \cdot h}$$

waktu air pertama kali menyentuh tanah bisa kita cari dengan persamaan gerak jatuh bebas sebagai berikut

$$t = \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$$

jarak pancaran air bisa kita cari dengan persamaan berikut

$$x = v \cdot t$$

$$x = \sqrt{g \cdot h} \cdot \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$$

$$x = 2\sqrt{(h \cdot h_2)}$$

$$x = 2\sqrt{(1,8 \text{ m}) \cdot (20 \text{ m})}$$

$$x = 2\sqrt{36}$$

$$x = 12 \text{ m}$$

4. Mendesain Sistem Hidrolik Sederhana

Anda adalah seorang insinyur muda yang ditugaskan untuk merancang sebuah sistem pengangkat hidrolik sederhana yang dapat digunakan untuk membantu mengangkat beban berat di bengkel kecil. Sistem ini diharapkan dapat mengangkat beban hingga 500 kg hanya dengan gaya yang relatif kecil dari operator.

Tugas Anda:

- Jelaskan prinsip fisika utama yang akan Anda terapkan dalam desain sistem hidrolik ini.

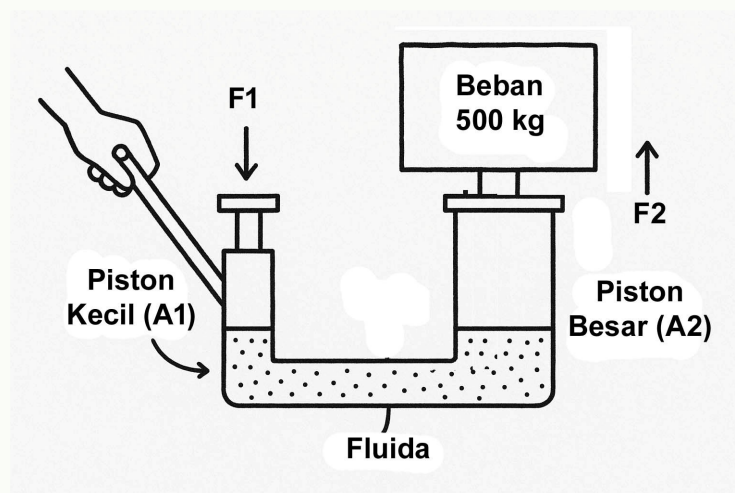
- b. Gambarlah sketsa dasar sistem hidrolik yang Anda bayangkan, tunjukkan komponen-komponen utamanya (misalnya, dua piston dengan ukuran berbeda, pipa penghubung, fluida). Beri label pada setiap komponen.
- c. Jelaskan bagaimana sistem ini bekerja berdasarkan prinsip yang Anda sebutkan di poin 1. Fokuskan pada bagaimana gaya kecil dapat menghasilkan gaya angkat yang besar.
- d. Jika gaya input yang bisa diberikan operator maksimal 50 N, hitunglah perbandingan luas penampang piston yang Anda butuhkan untuk bisa mengangkat beban 500 kg (asumsikan $g=10 \text{ m/s}^2$). Tuliskan langkah-langkah perhitungan Anda.

Penskoran berdasarkan jawaban yang diharapkan

- a. Prinsip Fisika Utama (2 poin)

Prinsip fisika utama yang akan saya terapkan dalam desain sistem pengangkat hidrolik ini adalah Prinsip Pascal. Prinsip ini menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada fluida tak termampatkan dalam ruang tertutup akan diteruskan secara merata ke segala arah dan ke setiap bagian fluida tersebut, serta ke dinding bejana. Dalam kasus hidrolik, ini berarti gaya kecil yang diberikan pada piston dengan luas penampang kecil akan menghasilkan tekanan yang diteruskan, menghasilkan gaya yang jauh lebih besar pada piston dengan luas penampang yang lebih besar.

- b. Menggambar Sketsa dongkrak hidrolik (2 Poin)



Gambar 3. Sketsa dongkrak hidrolik

Dokumentasi Pribadi

c. Cara Kerja Sistem (2 poin)

Ketika gaya input (F_1) diberikan pada piston kecil (luas penampang A_1), tekanan ($P_1 = F_1/A_1$) dihasilkan di dalam fluida hidrolik. Berdasarkan Prinsip Pascal, tekanan ini akan diteruskan secara merata ke segala arah, termasuk ke piston besar dengan luas penampang A_2 .

Karena tekanan (P_2) yang diterima piston besar sama dengan P_1 , yaitu $P_1 = P_2$, maka gaya output (F_2) yang dihasilkan pada piston besar akan menjadi

$$F_2 = P_2 \cdot A_2 = \frac{F_1}{A_1} \cdot A_2$$

Dengan $A_2 > A_1$, maka F_2 akan jauh lebih besar dari F_1 , sehingga gaya kecil mampu mengangkat beban yang berat.

d. Menghitung perbandingan luas piston (2 Poin)

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{F_1}{F_2} = \frac{50N}{500N} = \frac{1}{10}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, perbandingan piston kecil dan piston besar adalah 1:10. Artinya piston besar harus 10 kali lebih besar dari piston kecil.

Rencana Tindak lanjut

Skor yang diperoleh murid = $\frac{\text{Skor}}{18} \times 100$

murid dengan skor minimal 8 dapat melanjutkan pada kegiatan berikutnya, dan untuk murid yang belum memenuhi, dilanjutkan dengan pendampingan pendidik.

Lampiran

LKM - 1

“Kedalaman yang Berbicara, Tekanan yang Terungkap”

Nama : _____

Tujuan	1. Mengetahui hubungan kedalaman dengan tekanan hidrostatik 2. Memformulasikan tekanan hidrostatik berdasarkan grafik
Alat dan bahan	1. Statif kayu 2. Pipa U 3. Selang 4. Corong 5. Balon 6. Bejana/Toples 7. Mistar 8. Air yang diberi pewarna
Cara Kerja	1. Susun alat seperti pada gambar
Hasil Percobaan dan Argumentasi Ilmiah	Berdasarkan percobaan yang telah kalian lakukan, tuliskan apa yang kalian temukan disertai argumentasi ilmiah.
Kesimpulan dan Saran	Tuliskan kesimpulan dan saran kalian

Gambar 4. Alat untuk mengetahui pengaruh kedalaman terhadap tekanan
Dokumentasi Pribadi

2. Pada percobaan kali ini, kalian diminta untuk menganalisis fenomena yang terjadi ketika corong dimasukan ke dalam air.
3. Ubahlah Kedalaman corong, dan perhatikan apa yang terjadi. Ulangi langkah ini sebanyak 5 kali.
4. Tuangkan hasil temuan kalian dalam bentuk tabel dan grafik hubungan kedalaman dengan besarnya tekanan

“Menyelami Tekanan Hidrostatik dan Prinsip Pascal: Fondasi Teknologi Modern”

Nama : _____

A. Tujuan	Merancang ide dan menciptakan sebuah karya (model, prototype, simulasi, atau infografis interaktif) yang merepresentasikan pemahaman mendalam tentang Tekanan Hidrostatik dan atau Prinsip Pascal
B. Petunjuk Umum	1. Baca dan pahami setiap bagian LKM dengan saksama. 2. Diskusikan dengan anggota kelompok 3. Manfaatkan berbagai sumber belajar (buku teks, internet, video, artikel ilmiah) untuk mendukung pemahaman dan pengerjaan tugas. 4. Fokus pada proses berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif. 5. Hasil akhir adalah sebuah karya nyata atau representasi konsep yang menunjukkan pemahaman mendalam kalian.
C. Eksplorasi Konsep & Analisis	1. Tekanan Hidrostatik a. Rumuskan dengan kata kata sendiri apa yang dimaksud tekanan hidrostatik b. Berikan minimal 3 contoh aplikasi tekanan hidrostatik dalam kehidupan sehari-hari atau teknologi modern, serta jelaskan bagaimana prinsip itu bekerja 2. Prinsip Pascal: a. Rumuskan dengan kata-kata sendiri apa itu Prinsip Pascal. b. Berikan minimal 3 contoh aplikasi Prinsip Pascal dalam kehidupan sehari-hari atau teknologi modern c. Jelaskan bagaimana prinsip ini diaplikasikan pada setiap contoh yang kalian sebutkan!
D. Membuat Karya Inovasi: Fluida Statis	Bayangkan kalian adalah seorang ilmuwan muda yang ingin memecahkan masalah atau mengembangkan sesuatu yang inovatif menggunakan prinsip fluida statis.

Pilihlah salah satu dari tugas berikut:

Opsi 1: Pembuatan Prototype/Model

Tantangan :

Rancang dan buatlah prototype atau model sederhana yang mengaplikasikan Prinsip Pascal atau Hukum Archimedes untuk tujuan tertentu.

Contoh Ide:

1. Sistem peredaran darah
2. Sistem irigasi yang baik
3. Sistem pengangkat sederhana (miniatur dongkrak, lift hidrolik)
4. Jembatan hidrolik

Persiapan:

1. Buatlah sketsa atau desain awal, lengkapi dengan keterangan bagian-bagian penting dan prinsip fisika yang digunakan.
2. Tuliskan daftar bahan yang dibutuhkan (bahan bekas/murah sangat dianjurkan).
3. Tuliskan langkah-langkah pembuatan.

Pelaksanaan

Buatlah prototype/model kalian.

Opsi 2: Simulasi/Animasi Konseptual

Tantangan

Buatlah simulasi digital sederhana atau animasi pendek (menggunakan software presentasi, aplikasi desain sederhana, atau bahkan video ponsel) yang menjelaskan secara visual Tekanan Hidrostatik dan Prinsip Pascal.

Fokus

Tunjukkan bagaimana perubahan satu variabel memengaruhi variabel lain (misalnya, perubahan gaya pada dongkrak, perubahan ketinggian terhadap besarnya tekanan).

Persiapan

1. Buatlah storyboard atau alur cerita animasi kalian.
2. Tuliskan narasi atau teks penjelasan yang akan disertakan.

Pelaksanaan

Buatlah simulasi/animasi.

	Opsi 3: Infografis Interaktif/Poster Ilmiah Tantangan Buatlah infografis interaktif (menggunakan aplikasi desain seperti Canva, Piktochart, atau Powerpoint yang hyperlink) atau poster ilmiah digital yang mengungkapkan secara mendalam aplikasi Tekanan hidrostatik dan Prinsip Pascal di berbagai bidang (medis, industri, transportasi, dll.). Fokus Sertakan data, gambar, ilustrasi, dan penjelasan yang ringkas namun informatif. kalian bisa menambahkan QR code yang mengarah ke video penjelasan singkat kalian. Persiapan 1. Tentukan topik spesifik (misalnya: "efisiensi sistem irigasi" dan "Aplikasi Hidrolik di Industri Otomotif"). 2. Kumpulkan data dan gambar pendukung. 3. Rancang tata letak dan hierarki informasi. Pelaksanaan Buatlah infografis/poster.
E. Presentasi dan Evaluasi	1. Setiap kelompok/individu mempresentasikan karyanya di depan kelas. Jelaskan: a. Judul karya dan prinsip fluida statis yang digunakan. b. Tujuan atau fungsi karya yang kalian buat c. Bagaimana prinsip fisika (tekanan hidrostatik/ Prinsip Pascal) bekerja dalam karya kalian. d. Tantangan yang dihadapi dan bagaimana kalian mengatasinya. e. Pembelajaran yang kalian dapatkan selama proses ini. 2. Sesi Tanya Jawab dan Umpan Balik: a. murid lain dan pendidik memberikan pertanyaan serta masukan konstruktif terhadap karya yang dipresentasikan. b. Gunakan rubrik penilaian untuk memberikan umpan balik yang terstruktur.

F. Refleksi Diri

1. Secara individu, tuliskan refleksi singkat (minimal 1 paragraf) mengenai proses pembelajaran kali ini
2. Apa yang paling kalian pahami dari Prinsip Pascal dan Hukum Archimedes setelah membuat karya ini?
3. Keterampilan apa saja yang kalian kembangkan selama pengerjaan LKM ini?
4. Bagian mana dari proses ini yang paling menantang dan bagaimana kalian mengatasinya?
5. Apa manfaat yang kalian rasakan dari pembelajaran ini?

LKM – 3

“Projek Pemodelan Fluida dalam Konteks Ilmu Lain dan Teknologi”

Nama : _____

Petunjuk Umum

pada bagian ini, kalian diminta untuk membuat pemodelan (gambar, infografis, animasi, atau aplikasi sederhana) terkait materi fluida yang dihubungkan dengan bidang ilmu lain serta perkembangan teknologi terkini.

Kerjakan setiap tahapan dengan bimbingan pertanyaan berikut.

TAHAP 1

Memahami Permasalahan dan Tema

1. Jelaskan secara singkat konsep fluida yang akan digunakan dalam projekmu (tekanan hidrostatik, prinsip Pascal).
2. Pilih bidang yang kamu minati (biologi, teknik, atau lingkungan) dan jelaskan alasan pemilihan tersebut.
3. Cari tahu penerapan nyata konsep fluida tersebut pada bidang yang dipilih melalui sumber (buku, internet, diskusi).
4. Jawaban bisa ditulis pada bentuk tabel

Pernyataan	Penjelasan
Penjelasan Konsep Fluida	
Bidang Ilmu yang dipilih beserta alasannya	
Penerapan nyata	

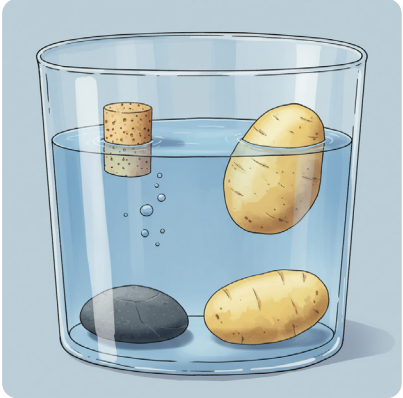
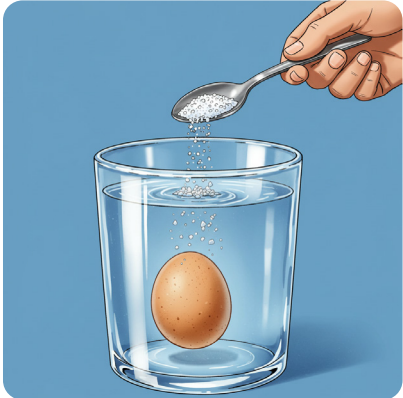
TAHAP 2 Merancang dan Membuat Model	1. Tentukan model apa yang akan dibuat (gambar skematik, infografis, animasi sederhana, aplikasi mini/simulasi, dll). 2. Buat rancangan awal (draft) modelmu di kertas atau aplikasi digital. 3. Pastikan model menampilkan inovasi atau keterkaitan dengan teknologi masa kini (misal: irigasi otomatis/IoT, mesin pompa modern, alat pemantauan tekanan darah digital).
TAHAP 3 Analisis Hasil	1. Jelaskan bagaimana modelmu menunjukkan hubungan antara konsep fluida dan bidang ilmu/teknologi yang dipilih. 2. Apa kelebihan dan keterbatasan model yang kamu pilih untuk menjelaskan konsep tersebut? 3. Refleksikan proses pembuatan: a. Apa pengalaman atau tantangan yang dihadapi? b. Strategi apa yang kamu gunakan untuk mengatasinya? c. Nilai apa yang kamu pelajari dari kolaborasi dan pemecahan masalah selama membuat model?
TAHAP 4 Pengembangan dan Presentasi	1. Usulkan pengembangan lebih lanjut dari model/ide yang telah dibuat, misalnya bagaimana penerapannya dalam skala besar? Apa manfaatnya bagi masyarakat? 2. Siapkan presentasi singkat (lisan/singkat digital) yang menjelaskan modelmu, penerapannya dalam teknologi/ilmu lain, dan potensi pengembangannya di masa depan.

LKM – 4

“Menyelidiki kekuatan air yang tak terlihat?”

Nama : _____

Tujuan	Merancang dan melakukan percobaan untuk menemukan besarnya gaya apung.
---------------	--

Alat dan bahan	1. Batu 2. Gabus 3. Kentang mentah dan kentang rebus 4. Telur 5. Air 6. Garam 7. Wadah air 8. Gelas ukur 9. Beban 10. Neraca pegas <i>*bahan bisa disesuaikan dengan kondisi satuan pendidikan</i>
Fenomena awal	1. Lakukan pengamatan pada batu, gabus, kentang mentah dan kentang rebus yang dicelupkan ke dalam wadah berisi air Gambar 5. Batu, gabus, kentang mentah dan kentang matang dalam wadah berisi air Sumber: https://s.id/sPjRz  2. Masukkan telur pada wadah berisi air, kemudian perlahan tambahkan garam sampai terjadi perubahan pada telur Gambar 6. Telur didalam air, kemudian perlahan ditambahkan garam Sumber: https://s.id/axZlw  3. Tuliskan pertanyaan pertanyaan yang muncul dibenak kalian setelah mengamati fenomena tersebut.

Rumusan masalah dan hipotesis	Berdasarkan pertanyaan yang telah kalian buat, pilih salah satu pertanyaan untuk kalian selidiki lebih lanjut kemudian tuliskan 1. Rumusan masalah : 2. Hipotesis awal :
Rancangan Percobaan	Pada kegiatan kali ini, kalian akan melakukan percobaan untuk membuktikan hipotesis kalian dengan menggunakan alat dan bahan yang tersedia. Ketentuan pada percobaan kali ini diantaranya 1. Kalian diberi kebebasan untuk merancang alat percobaan. 2. Tujuan dari percobaan kali ini adalah: a. Mengukur berat benda di udara dan di dalam air, b. Mengukur volume air yang dipindahkan, dan c. Menentukan hubungan antara berat benda, volume air yang dipindahkan dan gaya apung. 3. Tuliskan hasil percobaan dalam bentuk tabel dan grafik
Analisis dan Refleksi	1. Apakah hipotesis kalian terbukti? Jelaskan. 2. Apa hubungan antara volume air yang dipindahkan dengan gaya apung? 3. Mengapa benda tertentu melayang, mengapung, atau tenggelam? Jelaskan! 4. Adakah variabel lain yang perlu dipertimbangkan?
Kesimpulan dan Argumentasi Ilmiah	Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan, tuliskan kesimpulan kalian
Catatan untuk pendidik:	• Biarkan murid merancang percobaan sendiri, namun fasilitasi keamanan dan ketersediaan alat. • Dorong diskusi kelompok dan pertanyaan terbuka • Fokus penilaian: proses, kolaborasi, analisis data, dan kemampuan menyimpulkan.

LKM – 5

“Desain Aliran Air pada Rumah”

Nama : _____

Tujuan	murid mampu merancang jalur air pada rumah tingkat
Alat dan bahan	1. Laptop 2. Kertas gambar
Cara Kerja	Pada kegiatan ini, murid dibagi menjadi beberapa kelompok yang terdiri dari 2–3 orang. Setiap anggota kelompok akan berkolaborasi dalam merancang dan membuat maket tentang saluran air pada rumah tingkat. Beberapa ketentuan yang harus diperhatikan adalah: 1. Setiap kelompok diberikan kebebasan untuk membuat model rumah 2. rumah yang didesain memiliki dua lantai dan bebas menentukan ketinggian setiap lantai 3. Pada setiap lantai terdapat keran air. Hitunglah ketinggian kran terhadap tanah 4. Terdapat satu tempat penyimpanan air (toren air). Perhitungkan ketinggian penyimpanan air tersebut terhadap tanah dan terhadap setiap kran 5. gambar boleh menggunakan laptop atau digambar langsung 6. Hitung kecepatan air yang akan mengalir dari setiap keran 7. Tuliskan faktor apa saja yang memengaruhi kecepatan aliran air pada keran
Kesimpulan	Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan, tuliskan kesimpulan kalian

“Mengatasi Krisis Air dan Merancang Irigasi yang Optimal”

Nama : _____

A. Latar Belakang

Krisis air bersih menjadi isu global yang sangat penting. Sistem irigasi pertanian yang efisien sangat dibutuhkan untuk memaksimalkan penggunaan air tanpa pemborosan energi. Dengan memahami konsep fluida ideal, asas kontinuitas, dan prinsip Bernoulli, siswa dapat merancang sistem distribusi air berbasis teknologi sederhana namun hemat energi, memanfaatkan aliran fluida secara optimal

B. Permasalahan

1. Evaluasi Efisiensi Sistem Irigasi

Jelaskan bagaimana prinsip fluida ideal dan hukum kontinuitas membantu dalam mengurangi pemborosan energi dalam sistem distribusi air. Hubungkan dengan konsekuensi positif pada penghematan air dan energi dalam menghadapi isu global kekurangan air.

2. Rancang Perbaikan Sistem

Berdasarkan hasil analisis, usulkan rancangan atau modifikasi sistem irigasi agar aliran air dapat lebih efisien dan berkelanjutan. Misalnya, pengaturan diameter pipa, penggunaan pipa dengan bahan minim gesekan atau mengaplikasikan teknologi seperti sensor otomatis. Jelaskan alasan fisika di balik solusi yang diusulkan.

3. Kaitkan dengan Teknologi Modern dan Isu Global

Buatlah presentasi singkat yang mengkaitkan penerapan prinsip fluida ini dengan teknologi terbaru, seperti sensor aliran air otomatis, sistem irigasi berbasis IoT (*Internet of Things*), atau sistem irigasi tetes yang hemat air. Jelaskan bagaimana teknologi dan konsep fisika ini dapat membantu mengatasi masalah global seperti kelangkaan air dan perubahan iklim.

Glosarium

Arus Listrik	: aliran pembawa muatan tiap satuan waktu
Arus Searah	: arus tetap dalam satu arah, seperti arus yang dihasilkan pada rangkaian baterai.
Dinamika	: cabang ilmu dalam fisika yang mempelajari pengaruh-pengaruh terhadap keadaan gerak suatu benda
Elektromagnetik	: kata sifat yang merujuk pada fenomena atau objek yang dihasilkan oleh prinsip elektromagnetisme
Elektromagnetisme	: cabang ilmu fisika yang mempelajari dan menjelaskan hubungan antara listrik dan magnet
Fluida	: zat yang dapat mengalir
Fluida Dinamis	: cabang ilmu sains yang membahas karakteristik fluida saat bergerak
Fluida Statis	: cabang ilmu sains yang membahas karakteristik fluida saat diam
Frekuensi	: banyak osilasi tiap waktu
Garis Medan Magnet	: garis khayal di sekitar magnet yang kerapatannya menunjukkan kuat medan magnet dan arahnya.
Gaya	: dorongan atau tarikan yang dapat mengubah keadaan dan atau kecepatan benda
Gaya Apung	: gaya ke atas yang dilakukan oleh fluida terhadap benda
Gaya Elektromagnetik	: gaya pada penghantar berarus yang membentuk sudut terhadap medan magnet

Gaya Gerak Listrik (GGL)	: energi yang ditransfer per satuan muatan yang melewati satu daya, diukur dalam volt
Gelombang	: getaran yang merambat
Gelombang Bunyi	: gelombang yang merambat dari benda yang bergetar
Gelombang Cahaya	: bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik
Gelombang Elektromagnetik	: gelombang yang tidak memerlukan medium untuk merambat
Gerbang Logika	: cara untuk membentuk sebuah jalur digital agar semua komponen dapat saling terhubung dengan baik dan perangkat elektronik berfungsi dengan baik
Induktor	: komponen elektronik yang biasanya berupa kawat lilitan (kumparan) yang menyimpan energi dalam bentuk medan magnet ketika dialiri arus listrik, contohnya solenoida, toroida, kumparan datar
Interferensi	: fenomena perpaduan dua (atau lebih) gelombang koheren (beda fase tetap), frekuensi dan panjang gelombang yang sama, dalam medium yang sama
Jarak	: ukuran yang menunjukkan seberapa jauh posisi suatu benda terhadap titik awal tanpa memperhatikan arah
Kalor	: bentuk energi yang pindah akibat perbedaan suhu
Kapasitor	: komponen elektronik yang berfungsi untuk menyimpan energi dalam bentuk medan listrik
Kecepatan	: besaran yang diperoleh dengan cara membagi perpindahan dengan waktu
Kecepatan Linear	: kecepatan suatu benda pada gerak lurus kecepatan sudut perubahan sudut terhadap waktu
Kelajuan	: besaran yang diperoleh dengan cara membagi jarak dengan waktu

Kinematika	: cabang dari mekanika klasik yang membahas gerak benda dan sistem benda tanpa mempersoalkan gaya penyebab gerakan
Medan Listrik	: wilayah di sekitar muatan ketika muatan listrik mengalami gaya
Medan Magnet	: wilayah ketika muatan bergerak atau bahan magnetik mengalami gaya (magnet).
Mekanika	: cabang dari ilmu Fisika yang mempelajari gerak benda, baik benda yang diam (statik) maupun benda yang bergerak (dinamik)
Percepatan	: perubahan kecepatan terhadap waktu
Periode	: waktu yang diperlukan untuk satu osilasi
Perpindahan	: perubahan antara posisi akhir dengan posisi awal
Radioaktivitas	: fenomena pemancaran partikel dan/atau radiasi elektromagnetik untuk meningkatkan stabilitasnya
Resistor	: perangkat yang memiliki hambatan terhadap aliran arus listrik
Sakelar	: perangkat untuk menyambungkan atau memutuskan arus listrik
Semikonduktor	: bahan yang dapat difungsikan sebagai konduktor maupun isolator, disebabkan oleh campuran bahannya
Sensor	: jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik
Sistem Bilangan	: suatu cara untuk menuliskan suatu bilangan
Sistem Bilangan Biner	: suatu cara untuk menuliskan suatu bilangan berbasis dua, yaitu 0 dan 1

Sistem Bilangan Desimal	: suatu cara untuk menuliskan suatu bilangan berbasis 10, yaitu 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9
Sistem Bilangan Heksadesimal	: suatu cara untuk menuliskan suatu bilangan berbasis 16, yaitu 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F
Teori Kuantum	: teori mengenai radiasi elektromagnetik dianggap terdiri dari paket energi yang disebut foton
Termodinamika	: salah satu cabang Fisika yang membahas mengenai perubahan energi panas menjadi bentuk energi lain.
Transistor	: alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung arus, stabilisasi tegangan, dan modulasi sinyal.
Vektor	: besaran yang memiliki nilai dan arah



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