

MODUL AJAR DEEP LEARNING
MATA PELAJARAN : PRAKARYA (REKAYASA)
UNIT 1 LAMPU SENSOR SUARA

A. IDENTITAS MODUL

Nama Sekolah :
Nama Penyusun :
Mata Pelajaran : **Prakarya (Rekayasa)**
Kelas / Fase /Semester : **X/ E / Ganjil**
Alokasi Waktu :
Tahun Pelajaran : **2024 / 2025**

B. IDENTIFIKASI KESIAPAN PESERTA DIDIK

- **Pengetahuan Awal:** Peserta didik kemungkinan memiliki pengetahuan dasar tentang listrik dan rangkaian sederhana dari pelajaran IPA di SMP. Beberapa mungkin sudah familiar dengan konsep energi, suara, dan cahaya. Namun, pengetahuan tentang komponen elektronik (sensor suara, transistor, LED) dan prinsip kerja rangkaian elektronik mungkin masih minim atau belum terstruktur. Beberapa siswa mungkin sudah memiliki pengalaman bermain dengan kit elektronik sederhana atau robotika.
- **Minat:** Minat peserta didik akan bervariasi. Beberapa mungkin sangat tertarik pada teknologi, elektronika, atau rekayasa. Ada yang suka membongkar dan merakit benda-benda. Sebagian lain mungkin lebih tertarik pada aspek fungsionalitas dan inovasi produk. Ada juga yang mungkin merasa "tidak bisa" dengan hal-hal teknis atau takut dengan listrik. Pendekatan "Joyful Learning" dengan proyek yang nyata dan "Meaningful Learning" dengan relevansi aplikasi sehari-hari akan sangat penting.
- **Latar Belakang:** Peserta didik memiliki latar belakang yang beragam, yang dapat memengaruhi paparan mereka terhadap teknologi. Beberapa mungkin memiliki akses ke internet dan sumber daya belajar online tentang elektronika, sementara yang lain mungkin kurang. Beberapa mungkin memiliki pengalaman praktis dari keluarga atau lingkungan.
- **Kebutuhan Belajar:**
 - **Visual:** Membutuhkan diagram rangkaian yang jelas, video tutorial perakitan komponen, simulasi kerja rangkaian, atau gambar/foto contoh produk lampu sensor suara.
 - **Auditori:** Membutuhkan penjelasan langkah demi langkah tentang fungsi komponen, diskusi kelompok tentang masalah teknis, atau sesi *sharing* dari teknisi/elektrik.
 - **Kinestetik:** Membutuhkan kesempatan untuk langsung merakit komponen, menyolder, menguji rangkaian, dan memecahkan masalah teknis.
 - Beberapa peserta didik mungkin memerlukan dukungan ekstra dalam memahami konsep fisika dasar listrik atau membaca diagram rangkaian, sementara yang lain

membutuhkan tantangan dalam mendesain casing produk atau mengoptimalkan sensitivitas sensor.

C. KARAKTERISTIK MATERI PELAJARAN

- **Jenis Pengetahuan:** Materi ini mencakup pengetahuan konseptual (prinsip kerja sensor suara, konsep rangkaian elektronika, konversi energi), pengetahuan prosedural (membaca diagram rangkaian, perakitan komponen, *troubleshooting*, pengujian produk, estimasi biaya), pengetahuan metakognitif (merefleksikan proses rekayasa, mengevaluasi kinerja produk), dan keterampilan afektif (ketelitian, kesabaran, penalaran logis, pemecahan masalah, inovasi, keselamatan kerja).
- **Relevansi dengan Kehidupan Nyata:** Sangat relevan. Lampu sensor suara adalah contoh teknologi cerdas yang banyak diaplikasikan di rumah pintar, lampu penerangan jalan, atau sistem keamanan. Pembelajaran ini mengembangkan keterampilan abad 21 seperti berpikir komputasi, pemecahan masalah kompleks, dan inovasi. Ini juga dapat membuka peluang kewirausahaan di bidang teknologi terapan.
- **Tingkat Kesulitan:** Tinggi. Materi ini melibatkan pemahaman konsep fisika (listrik, suara, cahaya), kemampuan membaca diagram rangkaian, ketelitian dalam perakitan komponen kecil, dan keterampilan pemecahan masalah teknis (*debugging*). Keselamatan kerja saat berinteraksi dengan listrik juga menjadi perhatian penting.
- **Struktur Materi:** Materi akan fokus pada: (1) Konsep dasar suara, cahaya, dan listrik; (2) Komponen elektronik lampu sensor suara (mikrofon, transistor, resistor, LED, dll.); (3) Diagram rangkaian lampu sensor suara; (4) Perakitan dan pengujian rangkaian; (5) Desain casing/produk akhir; (6) Perhitungan harga pokok produksi dan promosi.
- **Integrasi Nilai dan Karakter:**
 - **Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME:** Menyadari keteraturan alam dan prinsip-prinsip fisika sebagai ciptaan Tuhan yang dapat dimanfaatkan untuk teknologi.
 - **Penalaran Kritis:** Menganalisis fungsi komponen, memecahkan masalah rangkaian, mengevaluasi kinerja produk.
 - **Kreativitas:** Mendesain casing lampu, mencari solusi inovatif untuk masalah teknis.
 - **Kemandirian:** Berinisiatif dalam memahami konsep, merakit, dan mencari solusi.
 - **Kolaborasi:** Bekerja sama dalam tim untuk berbagi pengetahuan dan menyelesaikan proyek.
 - **Kesehatan (Keselamatan Kerja):** Mematuhi prosedur keselamatan saat bekerja dengan listrik dan alat.
 - **Ketelitian dan Kesabaran:** Penting dalam perakitan komponen elektronik dan *troubleshooting*.
 - **Tanggung Jawab:** Terhadap proyek dan keselamatan diri/teman.

D DIMENSI PROFIL LULUSAN

Dalam pembelajaran ini, dimensi Profil Pelajar Pancasila yang akan dicapai adalah:

1. **Penalaran Kritis:** Peserta didik mampu mengidentifikasi, menganalisis, dan memecahkan masalah teknis dalam rangkaian lampu sensor suara, serta

mengevaluasi kinerja produk secara objektif.

2. **Kreativitas:** Peserta didik mampu menghasilkan gagasan-gagasan orisinal dalam mendesain casing lampu sensor suara dan menemukan solusi inovatif untuk tantangan teknis.
3. **Kemandirian:** Peserta didik memiliki inisiatif dan bertanggung jawab dalam merencanakan, merakit, dan menguji produk lampu sensor suara mereka sendiri.
4. **Kolaborasi:** Peserta didik mampu bekerja sama dalam kelompok untuk berbagi pengetahuan, membantu memecahkan masalah, dan menyelesaikan proyek perakitan.
5. **Komunikasi:** Peserta didik mampu mengkomunikasikan prinsip kerja, tahapan perakitan, dan hasil pengujian produk lampu sensor suara secara lisan maupun tertulis (misalnya dalam laporan proyek atau presentasi).
6. **Kesehatan:** Peserta didik mampu menerapkan prinsip-prinsip keselamatan kerja saat berinteraksi dengan komponen elektronik dan listrik.

DESAIN PEMBELAJARAN

A. CAPAIAN PEMBELAJARAN (CP) NOMOR : 32 TAHUN 2024

Pada akhir Fase E, peserta didik mampu menghasilkan *prototype/dummy/model* produk rekayasa teknologi terapan melalui analisis kebutuhan, nilai guna, dan nilai ekonomis secara mandiri dan/atau kelompok, serta mempresentasikan secara lisan dan tertulis. Pada fase ini peserta didik mampu mengevaluasi dan memberikan saran perbaikan berdasarkan analisis dampak lingkungan/teknologi terapan.

Capaian Pembelajaran setiap elemen adalah sebagai berikut.

Elemen	Capaian Pembelajaran
Observasi dan Eksplorasi	Peserta didik mampu mengeksplorasi karakteristik bahan, alat, teknik, prosedur pembuatan produk <i>prototype/dummy/model</i> rekayasa teknologi terapan berdasarkan analisis kebutuhan, dan kelayakan fungsi, dan nilai ekonomis. Peserta didik mengomunikasikan hasil observasi melalui berbagai cara.
Desain/ Perencanaan	Peserta didik mampu membuat rancangan/ <i>dummy</i> rekayasa teknologi terapan yang bernilai ekonomis dari hasil mengeksplorasi bahan, teknik, alat, dan prosedur pembuatan, serta memperhatikan potensi dan dampak lingkungan yang siap dikembangkan menjadi model/ <i>prototype</i> .
Produksi	Peserta didik mampu membuat produk rekayasa teknologi terapan sesuai dengan kebutuhan lingkungan melalui uji coba produk dan atau modifikasi bahan, alat, teknik, dan prosedur pembuatan yang berdampak pada lingkungan maupun kehidupan sehari-hari serta mempresentasikannya.
Refleksi dan Evaluasi	Peserta didik mampu memberi penilaian dan saran perbaikan produk rekayasa teknologi terapan karya diri sendiri, teman sebaya, maupun dari sumber yang lain serta merefleksikan proses dan hasil observasi, eksplorasi, desain, dan produksi berdasarkan kajian ilmiah terhadap fungsi, nilai guna, dan nilai ekonomis. Peserta didik dapat menentukan rencana tindak lanjut dari hasil refleksi dan evaluasi.

B. LINTAS DISIPLIN ILMU

- **Fisika:** Listrik dinamis, bunyi (gelombang suara), cahaya, hukum Ohm, konsep energi.
- **Matematika:** Perhitungan hambatan, tegangan, arus, estimasi biaya, volume, luas permukaan (untuk casing).
- **Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK):** Riset digital, simulasi rangkaian, desain 3D untuk casing, presentasi digital.
- **Seni Rupa/Desain:** Desain estetika casing lampu, ergonomi produk.
- **Ekonomi/Bisnis:** Perhitungan HPP, analisis pasar sederhana, strategi pemasaran produk teknologi.
- **Kimia:** Bahan-bahan konduktor dan isolator, sifat material komponen elektronik.

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1: Konsep Dasar dan Komponen Lampu Sensor Suara (2 JP)

- Peserta didik **dapat menjelaskan** konsep dasar suara, cahaya, dan listrik serta hubungannya dalam sistem sensor suara **dengan tepat** setelah sesi diskusi dan demonstrasi.
- Peserta didik **dapat mengidentifikasi** minimal lima komponen elektronik utama yang digunakan dalam rangkaian lampu sensor suara (misalnya, mikrofon, resistor, transistor, LED, baterai) dan fungsi masing-masing **secara akurat** setelah observasi komponen fisik dan penjelasan guru.
- Peserta didik **dapat menunjukkan sikap** hati-hati dan teliti dalam mengidentifikasi komponen elektronik.

Pertemuan 2: Membaca Diagram Rangkaian dan Simulasi (4 JP)

- Peserta didik **dapat membaca** simbol-simbol dasar komponen elektronik dalam diagram rangkaian lampu sensor suara **dengan benar** setelah penjelasan guru dan latihan.
- Peserta didik **dapat menjelaskan** alur kerja (input-proses-output) dari rangkaian lampu sensor suara berdasarkan diagram **secara logis** setelah diskusi kelompok.
- Peserta didik **dapat melakukan** simulasi sederhana rangkaian lampu sensor suara menggunakan aplikasi simulasi (misalnya, Tinkercad Circuits atau EveryCircuit) dan mengidentifikasi bagian-bagian utamanya **dengan cermat**.

Pertemuan 3: Perakitan Rangkaian dan Pengujian Awal (6 JP)

- Peserta didik **dapat menyiapkan** bahan dan alat yang dibutuhkan untuk perakitan rangkaian lampu sensor suara **dengan lengkap** berdasarkan daftar komponen.
- Peserta didik **dapat merakit** rangkaian lampu sensor suara (tanpa casing) sesuai dengan diagram yang telah dipelajari **dengan mengikuti prosedur keselamatan dan ketelitian**.
- Peserta didik **dapat melakukan** pengujian awal terhadap rangkaian lampu sensor suara dan mengidentifikasi jika ada kesalahan perakitan **secara sistematis**.

Pertemuan 4: Desain Casing, Perakitan Akhir, dan Uji Coba (4 JP)

- Peserta didik **dapat merancang** casing (wadah) untuk lampu sensor suara mereka yang fungsional dan memiliki nilai estetika **secara kreatif**.
- Peserta didik **dapat menyelesaikan** perakitan produk lampu sensor suara secara keseluruhan (rangkaiannya dalam casing) **dengan rapi dan aman**.
- Peserta didik **dapat melakukan** uji coba produk lampu sensor suara di lingkungan yang relevan (misalnya, di ruangan gelap) dan mengevaluasi kinerjanya (sensitivitas, respons) **secara objektif**.

Pertemuan 5: Perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP) dan Presentasi (2 JP)

- Peserta didik **dapat menghitung** perkiraan harga pokok produksi (HPP) dari produk lampu sensor suara yang telah dibuat **dengan akurat** berdasarkan biaya komponen dan bahan.
- Peserta didik **dapat mempresentasikan** produk lampu sensor suara mereka, termasuk prinsip kerja, proses pembuatan, hasil uji coba, dan perhitungan HPP **dengan percaya diri dan jelas**.
- Peserta didik **dapat merefleksikan** tantangan dan pembelajaran yang diperoleh selama proyek pembuatan lampu sensor suara **secara mendalam**.

D. TOPIK PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL

- **Lampu Tidur Interaktif:** Lampu sensor suara yang dapat menyala atau mati dengan tepukan tangan atau suara tertentu, dengan desain casing yang estetik dan personal.
- **Lampu Keamanan Sederhana:** Lampu yang menyala ketika mendeteksi suara mencurigakan di sekitar pintu atau jendela (sebagai prototipe awal).
- **Sistem Peringatan Dini Bising:** Lampu yang berubah warna atau intensitasnya berdasarkan tingkat kebisingan di suatu ruangan.
- **Lampu Dekorasi Musik:** Lampu yang berkedip mengikuti irama musik (modifikasi dari sensor suara sederhana).
- **Lampu Pintar Ramah Lingkungan:** Lampu sensor suara yang menggunakan sumber energi terbarukan atau bahan daur ulang untuk casing-nya.

E. KERANGKA PEMBELAJARAN

1. Praktik Pedagogik (Model, Strategi, Metode)

- **Model Pembelajaran:** *Project-Based Learning (PjBL)* sebagai model utama, di mana siswa merancang, merakit, dan menguji lampu sensor suara. *Inquiry-Based Learning* saat siswa menyelidiki masalah teknis atau mencari solusi.
- **Strategi Pembelajaran:**
 - **Mindful Learning:** Aktivitas "mendengarkan secara aktif" (misalnya, siswa diminta memejamkan mata dan mengidentifikasi berbagai sumber suara di kelas). Fokus pada setiap langkah perakitan komponen dengan kesadaran penuh. Jurnal refleksi pribadi tentang proses pemecahan masalah.
 - **Meaningful Learning:** Menghubungkan konsep elektronika dengan aplikasi nyata di kehidupan sehari-hari (smart home, otomatisasi). Mengundang teknisi elektronika atau pengembang startup teknologi sebagai narasumber. Studi kasus produk teknologi yang sukses. Diskusi tentang isu-isu keberlanjutan dalam produk elektronik.
 - **Joyful Learning:** Eksplorasi bebas dengan kit elektronik sederhana di awal (mencoba menyalakan LED dengan baterai). Kompetisi "Siapa yang bisa membuat rangkaian menyala paling cepat?". Sesi *troubleshooting* bersama yang interaktif. Desain casing lampu dengan berbagai bahan dan bentuk yang menarik.
- **Metode Pembelajaran:** Demonstrasi (perakitan, solder), lokakarya (workshop) praktikum, diskusi kelompok, studi kasus, presentasi, curah pendapat, riset, simulasi digital, *troubleshooting* terpandu, kunjungan virtual/nyata ke laboratorium elektronika (jika memungkinkan).

2. Kemitraan Pembelajaran

- **Lingkungan Sekolah:** Guru mata pelajaran Fisika (untuk konsep listrik dan bunyi), Guru Matematika (untuk perhitungan), laboratorium IPA (untuk fasilitas), tim sarana prasarana (untuk diskusi tentang instalasi listrik aman).
- **Lingkungan Luar Sekolah:** Toko komponen elektronik (untuk mengenal jenis-jenis komponen), teknisi elektronika/listrik lokal, komunitas *maker space* atau robotika, startup teknologi lokal (untuk berbagi pengalaman), universitas/politeknik (untuk kunjungan lab).
- **Masyarakat:** Mengajak orang tua yang berprofesi di bidang teknik elektro/informatika untuk berbagi pengetahuan, mengadakan pameran mini produk di

sekolah.

3. Lingkungan Belajar

- **Ruang Fisik:** Ruang kelas yang fleksibel untuk diskusi dan presentasi. Laboratorium IPA atau ruang praktik yang dilengkapi meja kerja memadai, sumber listrik yang aman, ventilasi, dan peralatan dasar (multimeter, solder, kawat, tang). Area penyimpanan komponen dan alat.
- **Ruang Virtual:** Platform Google Classroom untuk berbagi instruksi proyek, diagram rangkaian digital, video tutorial perakitan, simulasi rangkaian (Tinkercad Circuits, EveryCircuit). Forum diskusi daring untuk berbagi progres, bertanya masalah teknis, atau memberikan umpan balik.
- **Budaya Belajar:**
 - **Eksploratif dan Berbasis Masalah:** Mendorong siswa untuk mencoba, bereksperimen, dan memecahkan masalah teknis secara mandiri atau berkelompok.
 - **Cermat dan Teliti:** Menekankan pentingnya ketelitian dalam perakitan komponen kecil dan membaca diagram.
 - **Aman dan Bertanggung Jawab:** Membangun kesadaran akan keselamatan kerja saat berinteraksi dengan listrik.
 - **Kolaboratif:** Mendorong kerja sama dan saling membantu antar siswa.
 - **Inovatif dan Kreatif:** Mendorong ide-ide baru dalam desain dan fungsi produk.
 - **Reflektif:** Mendorong siswa untuk merenungkan proses dan hasil belajar mereka.

4. Pemanfaatan Digital

- **Perpustakaan Digital/Sumber Daring:** Mengarahkan siswa ke situs web tutorial elektronika (misalnya, SparkFun, Adafruit), forum teknis, *Datasheet* komponen elektronik, YouTube untuk video *how-to* perakitan.
- **Forum Diskusi Daring:** Menggunakan fitur forum di Google Classroom atau platform lain untuk berbagi foto progres perakitan, menanyakan *troubleshooting* masalah, atau saling memberikan ide untuk desain casing.
- **Penilaian Daring:** Menggunakan Google Forms untuk kuesioner awal/akhir. Fitur tugas di Google Classroom untuk pengumpulan laporan perencanaan, foto/video progres perakitan, dan laporan hasil uji coba.
- **Kahoot!/Mentimeter:** Untuk kuis interaktif tentang komponen elektronik, simbol rangkaian, atau konsep dasar listrik.
- **Google Classroom:** Sebagai pusat manajemen proyek, untuk berbagi instruksi, pengumuman, pengumpulan tugas, dan umpan balik personal.
- **Aplikasi Simulasi Rangkaian (Tinkercad Circuits, EveryCircuit):** Untuk memvisualisasikan dan menguji rangkaian secara virtual sebelum perakitan fisik.
- **Aplikasi Desain 3D (Tinkercad 3D, SketchUp Free):** Bagi siswa yang tertarik untuk mendesain casing lampu secara 3D.
- **Aplikasi Kalkulator Elektronika:** Untuk membantu perhitungan nilai resistor atau komponen lainnya.

F. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI

Pertemuan 1: Konsep Dasar dan Komponen Lampu Sensor Suara

KEGIATAN PENDAHULUAN (15 MENIT)

- **Pembelajaran Berkesadaran (Mindful Learning):** Guru meminta siswa untuk duduk tenang dan memejamkan mata, fokus pada suara-suara di sekitar mereka (suara napas, pulpen, kendaraan di luar). "Suara apa yang paling dominan? Bagaimana rasanya ketika ada suara tiba-tiba muncul?" Membangkitkan kesadaran terhadap gelombang suara.
- **Pembelajaran Bermakna (Meaningful Learning):** Guru menampilkan video singkat tentang aplikasi lampu sensor suara di kehidupan sehari-hari (misalnya, lampu tangga otomatis, lampu kamar anak yang merespons suara, lampu diskotik). "Bagaimana teknologi ini membuat hidup kita lebih mudah atau menarik?" Membangun relevansi.
- **Pembelajaran Menggembirakan (Joyful Learning):** Guru mengadakan permainan tebak suara. Atau guru menunjukkan beberapa komponen elektronik misterius (LED, mikrofon, resistor) dan meminta siswa menebak "benda apa ini?" dan "untuk apa?" tanpa harus benar.

KEGIATAN INTI (70 MENIT)

- **Pembelajaran Memahami (Understanding):**
 - **Diferensiasi Konten:** Guru menjelaskan konsep dasar suara (frekuensi, amplitudo), cahaya (intensitas), dan listrik (arus, tegangan, hambatan). Guru memperkenalkan komponen-komponen utama lampu sensor suara (mikrofon, transistor, resistor, kapasitor, LED, sakelar, sumber daya).
 - **Visual:** Menggunakan presentasi dengan gambar jelas setiap komponen dan fungsi singkat; demonstrasi fisik setiap komponen.
 - **Auditori:** Penjelasan interaktif, menanyakan siswa: "Bagaimana lampu bisa 'mendengar' suara?"
 - **Tekstual:** Menyediakan lembar kerja dengan daftar komponen, gambar, dan kolom fungsi untuk diisi.
 - Guru membagi siswa ke dalam kelompok-kelompok kecil. Setiap kelompok diberikan satu set komponen fisik (dengan jumlah yang sesuai untuk identifikasi).
- **Pembelajaran Mengaplikasi (Applying):**
 - **Diferensiasi Proses:** Siswa mengidentifikasi dan mencatat fungsi komponen.
 - **Aktivitas Berdiferensiasi:**
 - **Siswa yang suka visual/observasi:** Minta mereka untuk menggambar sketsa setiap komponen dan menuliskan namanya.
 - **Siswa yang suka riset/analitis:** Dorong mereka untuk mencari tahu lebih dalam tentang spesifikasi teknis atau jenis-jenis komponen tertentu melalui buku atau internet.
 - **Siswa yang suka praktik/memegang:** Berikan kesempatan untuk memegang dan mengamati komponen secara langsung, mencoba menghubungkan baterai sederhana ke LED (tanpa rangkaian kompleks).
 - Guru berkeliling, membimbing identifikasi, dan menjawab pertanyaan. Menekankan pentingnya mengenal setiap "bahan bangunan" sebelum merakit.
- **Pembelajaran Merefleksi (Reflecting):**
 - Setiap kelompok melaporkan komponen apa saja yang sudah mereka identifikasi dan fungsinya.

- Guru memandu refleksi: "Apa yang paling menarik dari komponen-komponen ini? Apa tantangan saat membedakan komponen yang mirip?" Siswa diminta menuliskan di buku catatan mereka "Satu hal baru yang saya tahu tentang elektronika hari ini adalah...".

KEGIATAN PENUTUP (15 MENIT)

- **Umpan Balik Konstruktif:** Guru memberikan umpan balik umum tentang kemampuan siswa mengidentifikasi komponen dan pemahaman konsep dasar. Apresiasi diberikan atas ketelitian.
- **Menyimpulkan Pembelajaran:** Guru bersama siswa menyimpulkan bahwa pengenalan komponen dan konsep dasar adalah langkah pertama yang penting dalam memahami sistem rekayasa.
- **Melibatkan Siswa dalam Perencanaan Selanjutnya:** Guru menyampaikan bahwa pertemuan berikutnya akan fokus pada membaca diagram rangkaian. Menugaskan siswa untuk mencari contoh diagram rangkaian sederhana (misalnya, lampu LED sederhana).

Pertemuan 2: Membaca Diagram Rangkaian dan Simulasi

KEGIATAN PENDAHULUAN (15 MENIT)

- **Pembelajaran Berkesadaran (Mindful Learning):** Guru meminta siswa melihat sebuah gambar "peta harta karun" sederhana. "Bagaimana kamu membaca peta ini agar tidak tersesat? Apa saja simbol yang kamu lihat?" Menghubungkan dengan pentingnya membaca diagram.
- **Pembelajaran Bermakna (Meaningful Learning):** Guru menampilkan diagram rangkaian sederhana dan produk jadinya. "Mengapa kita perlu diagram ini sebelum merakit? Apa yang akan terjadi jika kita merakit tanpa diagram?" Membangun pemahaman tentang pentingnya perencanaan.
- **Pembelajaran Menggembirakan (Joyful Learning):** Guru mengadakan "Gambar Kilat Simbol": minta siswa menggambar simbol komponen elektronik yang sudah mereka kenal dalam 30 detik. Atau melakukan simulasi "rantai manusia" untuk menggambarkan alur listrik.

KEGIATAN INTI (110 MENIT)

- **Pembelajaran Memahami (Understanding):**
 - **Diferensiasi Konten:** Guru menjelaskan simbol-simbol komponen elektronik standar dan cara membaca diagram rangkaian dari input ke output. Fokus pada diagram lampu sensor suara sederhana.
 - **Visual:** Menggunakan presentasi dengan animasi alur listrik dalam diagram; tayangan video simulasi rangkaian.
 - **Auditori:** Penjelasan tentang setiap "jalur" listrik dan fungsi komponen di setiap titik.
 - **Tekstual:** Menyediakan lembar kerja diagram rangkaian kosong untuk diisi dan lembar kerja latihan membaca simbol.
 - Guru membagi siswa ke dalam kelompok dan memberikan diagram rangkaian lampu sensor suara.
- **Pembelajaran Mengaplikasi (Applying):**

- **Diferensiasi Proses:** Siswa membaca diagram dan melakukan simulasi.
 - **Aktivitas Berdiferensiasi (Berdasarkan Keterampilan Digital/Analitis):**
 - **Siswa yang suka digital/simulasi:** Fokus pada penggunaan aplikasi simulasi rangkaian (Tinkercad Circuits/EveryCircuit) untuk membangun rangkaian virtual dan mengamati perilakunya.
 - **Siswa yang suka manual/analitis:** Fokus pada menganalisis diagram di kertas, menandai alur listrik, dan menuliskan fungsi setiap komponen pada diagram.
 - **Siswa yang suka kelompok/diskusi:** Berdiskusi aktif dengan teman tentang bagaimana setiap komponen bekerja sama dalam rangkaian.
 - Guru berkeliling, membimbing interpretasi diagram dan penggunaan aplikasi simulasi. Memberikan tantangan: "Bagaimana jika kamu mengubah nilai resistor? Apa yang terjadi?"
- **Pembelajaran Merefleksi (Reflecting):**
 - Setiap kelompok menunjukkan hasil simulasi mereka atau menjelaskan alur kerja rangkaian dari diagram.
 - Guru memandu refleksi: "Apa yang kamu pelajari tentang 'bahasa' elektronika (simbol dan diagram)? Mengapa simulasi penting sebelum merakit fisik?" Siswa diminta menuliskan di buku catatan mereka "Kesalahan umum yang harus saya hindari saat membaca diagram adalah..."

KEGIATAN PENUTUP (15 MENIT)

- **Umpan Balik Konstruktif:** Guru memberikan umpan balik tentang pemahaman siswa terhadap diagram dan kemampuan mereka dalam simulasi. Mengapresiasi ketekunan dalam memahami konsep abstrak.
- **Menyimpulkan Pembelajaran:** Guru bersama siswa menyimpulkan bahwa diagram rangkaian adalah "cetak biru" yang esensial, dan simulasi membantu memverifikasi pemahaman sebelum praktik langsung.
- **Melibatkan Siswa dalam Perencanaan Selanjutnya:** Guru mengumumkan bahwa pertemuan berikutnya adalah tahap perakitan. Siswa ditugaskan untuk mempersiapkan komponen dan alat (jika memungkinkan membawa sendiri).

Pertemuan 3: Perakitan Rangkaian dan Pengujian Awal

KEGIATAN PENDAHULUAN (15 MENIT)

- **Pembelajaran Berkesadaran (Mindful Learning):** Guru mengingatkan tentang prosedur keselamatan (misalnya, penggunaan solder, listrik). "Fokuslah pada setiap sambungan yang kamu buat. Rasakan bahan-bahan di tanganmu." Menekankan kesadaran pada proses praktis.
- **Pembelajaran Bermakna (Meaningful Learning):** Guru menampilkan gambar produk elektronik yang gagal karena kesalahan perakitan. "Mengapa ketelitian sangat penting di tahap ini? Apa konsekuensi dari kesalahan kecil?" Menekankan konsekuensi dari pekerjaan yang tidak teliti.
- **Pembelajaran Menggembirakan (Joyful Learning):** Guru mengadakan "Musik Solder" (jika memungkinkan), di mana siswa bekerja dengan musik yang menyenangkan. Atau mengadakan "Fast Connection Challenge": siapa yang bisa menyambungkan dua kabel dengan rapi dalam waktu singkat.

KEGIATAN INTI (230 MENIT, BISA DIBAGI 2 SESI)

- **Pembelajaran Memahami (Understanding):**
 - **Diferensiasi Konten:** Guru mendemonstrasikan secara langsung teknik dasar perakitan (misalnya, menyolder komponen dengan benar, menghubungkan kabel, penggunaan *breadboard*). Menekankan urutan perakitan dan tips *troubleshooting* awal.
 - **Visual:** Demonstrasi *live* dengan kamera proyeksi; video tutorial detail teknik solder.
 - **Auditori:** Penjelasan *step-by-step*, tips dari guru.
 - **Tekstual:** Lembar kerja panduan perakitan dengan gambar dan instruksi.
- **Pembelajaran Mengaplikasi (Applying):**
 - **Diferensiasi Proses (Berdasarkan Keterampilan Motorik/Kecepatan):** Siswa mulai merakit rangkaian lampu sensor suara mereka.
 - **Siswa yang membutuhkan bimbingan teknis intensif:** Guru mendampingi secara langsung, membantu memegang komponen, atau mengoreksi teknik solder. Fokus pada perakitan bagian-bagian kunci terlebih dahulu.
 - **Siswa yang sudah mahir:** Didorong untuk membantu teman, atau mencoba variasi rangkaian kecil (misalnya, menambahkan LED lain).
 - **Siswa yang bekerja lebih lambat:** Diberikan waktu ekstra atau bimbingan bertahap.
 - Guru berkeliling, mengawasi, memberikan bantuan individual, dan memfasilitasi *troubleshooting* awal (misalnya, "Kenapa tidak menyala? Mari cek polaritasnya."). Siswa didorong untuk mendokumentasikan progres perakitan mereka (foto, catatan masalah).
- **Pembelajaran Merefleksi (Reflecting):**
 - Setiap kelompok/individu menunjukkan progres perakitan mereka. Jika ada yang berhasil menyalakan lampu, minta mereka mendemonstrasikan. Jika ada yang belum, minta mereka menjelaskan di mana letak kesulitan.
 - Guru memandu refleksi: "Apa tantangan terbesar saat menyolder/merakit? Apa yang kamu rasakan ketika rangkaianmu berhasil menyala (atau tidak menyala)?" Siswa diminta menuliskan di jurnal produksi "Pelajaran terpenting yang saya dapatkan dari *troubleshooting* hari ini adalah...".

KEGIATAN PENUTUP (15 MENIT)

- **Umpan Balik Konstruktif:** Guru memberikan umpan balik tentang ketekunan dan upaya siswa dalam perakitan, serta kemampuan mereka dalam mengatasi masalah awal. Mengingatkan kembali pentingnya keselamatan.
- **Menyimpulkan Pembelajaran:** Guru bersama siswa menyimpulkan bahwa perakitan membutuhkan ketelitian, kesabaran, dan kemampuan memecahkan masalah.
- **Melibatkan Siswa dalam Perencanaan Selanjutnya:** Guru mengingatkan siswa untuk menyelesaikan perakitan dan menyiapkan bahan untuk casing lampu di pertemuan berikutnya.

Pertemuan 4: Desain Casing, Perakitan Akhir, dan Uji Coba

KEGIATAN PENDAHULUAN (15 MENIT)

- **Pembelajaran Berkesadaran (Mindful Learning):** Guru meminta siswa melihat casing produk-produk elektronik di sekitar mereka (misalnya, remote TV, *power bank*, *smartphone*). "Bagaimana bentuk casing ini memengaruhi fungsi dan kenyamanan penggunaan? Apa yang membuat casing ini menarik?" Memicu kesadaran akan ergonomi dan estetika.
- **Pembelajaran Bermakna (Meaningful Learning):** Guru menampilkan contoh lampu sensor suara dengan desain casing yang unik dan fungsional. "Mengapa desain casing sama pentingnya dengan rangkaian dalamnya? Bagaimana casing bisa meningkatkan nilai jual produk?" Menekankan nilai tambah desain.
- **Pembelajaran Menggembirakan (Joyful Learning):** Guru mengadakan "Mini Design Challenge": siswa diminta membuat sketsa 3 ide casing berbeda dalam 5 menit menggunakan bahan sederhana (kertas bekas, botol plastik).

KEGIATAN INTI (110 MENIT)

- **Pembelajaran Memahami (Understanding):**
 - **Diferensiasi Konten:** Guru menjelaskan prinsip desain casing (fungsionalitas, keamanan, estetika, ergonomi) dan berbagai material yang bisa digunakan (akrilik, kayu, plastik, daur ulang). Guru juga menjelaskan tahapan uji coba produk akhir.
 - **Visual:** Contoh-contoh casing yang sudah jadi dari berbagai bahan; video tentang proses pembuatan casing sederhana.
 - **Auditori:** Diskusi tentang pro dan kontra berbagai bahan casing.
 - **Tekstual:** Lembar kerja panduan desain casing dan ceklist uji coba produk.
- **Pembelajaran Mengaplikasi (Applying):**
 - **Diferensiasi Proses (Berdasarkan Minat/Keterampilan Desain):** Siswa merancang dan mulai membuat casing, lalu merakit rangkaian ke dalamnya, dan melakukan uji coba akhir.
 - **Siswa yang suka desain 3D/gambar:** Fokus pada membuat gambar detail casing atau bahkan *mock-up* sederhana dari kertas karton.
 - **Siswa yang suka pengerjaan praktis:** Fokus pada memotong, membentuk, dan merakit casing dari bahan yang sudah disiapkan.
 - **Siswa yang suka analisis/pemecahan masalah:** Fokus pada bagaimana casing dapat melindungi rangkaian, mengoptimalkan suara masuk ke mikrofon, dan memastikan keamanan.
 - Guru berkeliling, memberikan bimbingan desain, membantu perakitan akhir, dan mengawasi proses uji coba. Guru juga membantu *troubleshooting* jika lampu tidak berfungsi optimal di dalam casing.
- **Pembelajaran Merefleksi (Reflecting):**
 - Setiap kelompok/individu mendemonstrasikan produk lampu sensor suara mereka yang sudah jadi. Siswa lain dan guru memberikan umpan balik tentang desain casing dan kinerja lampu.
 - Guru memandu refleksi: "Apa tantangan dalam mengintegrasikan rangkaian ke dalam casing? Bagaimana desain casing memengaruhi pengalaman pengguna?" Siswa menuliskan di jurnal: "Bagian favorit saya dari proses desain dan pembuatan casing adalah...".

KEGIATAN PENUTUP (15 MENIT)

- **Umpan Balik Konstruktif:** Guru memberikan umpan balik tentang kreativitas desain casing dan keberhasilan siswa dalam menyelesaikan produk.
- **Menyimpulkan Pembelajaran:** Guru bersama siswa menyimpulkan bahwa sebuah produk yang baik tidak hanya berfungsi, tetapi juga memiliki desain yang menarik dan aman.
- **Melibatkan Siswa dalam Perencanaan Selanjutnya:** Guru mengumumkan bahwa pertemuan berikutnya akan membahas aspek kewirausahaan (HPP dan presentasi).

Pertemuan 5: Perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP) dan Presentasi

KEGIATAN PENDAHULUAN (10 MENIT)

- **Pembelajaran Berkesadaran (Mindful Learning):** Guru meminta siswa membayangkan diri mereka sebagai seorang "inovator" atau "pengusaha". "Apa yang perlu kamu pikirkan setelah produkmu jadi, agar bisa bermanfaat bagi banyak orang?" Memicu kesadaran tentang nilai produk.
- **Pembelajaran Bermakna (Meaningful Learning):** Guru menampilkan harga jual beberapa produk elektronik sejenis di pasaran. "Bagaimana harga ini ditentukan? Apakah hanya biaya bahan saja?" Membangun pemahaman tentang nilai ekonomi.
- **Pembelajaran Menggembirakan (Joyful Learning):** Guru mengadakan "Lelang Ide" singkat, di mana siswa harus "menjual" ide produk mereka dengan deskripsi singkat.

KEGIATAN INTI (70 MENIT)

- **Pembelajaran Memahami (Understanding):**
 - **Diferensiasi Konten:** Guru menjelaskan konsep Harga Pokok Produksi (HPP) dan komponen-komponennya (biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, biaya overhead). Guru juga memberikan tips presentasi produk yang efektif.
 - **Visual:** Contoh tabel HPP, *template* slide presentasi.
 - **Auditori:** Penjelasan tentang pentingnya komunikasi yang baik dalam presentasi.
 - **Tekstual:** Lembar kerja HPP, panduan presentasi.
- **Pembelajaran Mengaplikasi (Applying):**
 - **Diferensiasi Proses (Berdasarkan Keterampilan Numerik/Komunikasi):** Siswa menghitung HPP dan mempersiapkan presentasi.
 - **Siswa yang suka numerik/analitis:** Fokus pada perhitungan HPP yang detail, termasuk biaya operasional (listrik, transportasi jika relevan).
 - **Siswa yang suka komunikasi/presentasi:** Fokus pada menyusun narasi presentasi yang menarik, berlatih *delivery*, dan menyiapkan demonstrasi produk.
 - **Siswa yang suka desain visual:** Fokus pada membuat visualisasi data HPP yang menarik atau desain slide presentasi yang efektif.
 - Setiap kelompok/individu menghitung HPP produk mereka berdasarkan data aktual komponen dan perkiraan biaya lainnya. Kemudian, mereka menyiapkan presentasi proyek.

- **Pembelajaran Merefleksi (Reflecting):**

- Setiap kelompok/individu mempresentasikan produk lampu sensor suara mereka, termasuk penjelasan prinsip kerja, proses pembuatan, hasil uji coba, dan perhitungan HPP. Setelah presentasi, guru dan siswa lain memberikan umpan balik.
- Guru memandu refleksi: "Apa tantangan terbesar dalam menghitung HPP? Apa yang kamu pelajari tentang nilai ekonomis sebuah produk?" Siswa menuliskan di jurnal refleksi: "Jika saya menjadi pengusaha teknologi, satu prinsip yang akan saya pegang adalah...".

KEGIATAN PENUTUP (10 MENIT)

- **Umpan Balik Konstruktif:** Guru memberikan umpan balik menyeluruh tentang keseluruhan proyek, mengapresiasi kreativitas, ketelitian, pemecahan masalah, dan kemampuan kewirausahaan siswa.
- **Menyimpulkan Pembelajaran:** Guru bersama siswa menyimpulkan bahwa rekayasa tidak hanya tentang membuat benda, tetapi juga tentang inovasi, pemecahan masalah, dan potensi nilai ekonomi.
- **Melibatkan Siswa dalam Perencanaan Selanjutnya:** Guru memberikan motivasi untuk terus bereksplorasi di bidang rekayasa dan teknologi, serta mempertimbangkan jalur karier yang relevan.

G. ASESMEN PEMBELAJARAN

a. Asesmen Awal Pembelajaran (Diagnostik)

- **Tujuan:** Mengidentifikasi pengetahuan awal siswa tentang listrik, elektronika, minat terhadap rekayasa, dan gaya belajar.
- **Format:**
 - **Kuesioner Singkat (Google Forms):**
 - "Apa yang kamu ketahui tentang listrik? Bisakah kamu memberi contoh benda yang menggunakan sensor di rumahmu?"
 - "Pernahkah kamu membongkar atau merakit alat elektronik sederhana?"
 - "Seberapa tertarik kamu untuk belajar membuat alat elektronik sendiri?" (Skala 1-5)
 - "Apa yang kamu harapkan dari pelajaran Rekayasa ini?"
 - **Pre-test Konsep Dasar (Lisan/Tulis):** Beberapa pertanyaan tentang definisi arus listrik, tegangan, atau bunyi.
 - **Observasi:** Mengamati partisipasi siswa saat *brainstorming* ide awal di sesi pendahuluan.

b. Asesmen Proses Pembelajaran (Formatif)

- **Tujuan:** Memantau kemajuan belajar siswa di setiap tahapan proyek, memberikan umpan balik berkelanjutan, dan menyesuaikan bimbingan.
- **Format:**
 - **Observasi Guru (Lembar Observasi):** Mengamati partisipasi dalam diskusi, ketelitian saat perakitan, kemampuan *troubleshooting*, kolaborasi, dan kepatuhan K3.
 - **Penilaian Jurnal Proyek/Log Book (Produk):** Penilaian terhadap kelengkapan

dan detail catatan siswa mengenai:

- Sketsa ide, diagram rangkaian yang dianalisis.
- Daftar komponen dan perkiraan biaya.
- Catatan progres perakitan, tantangan, dan solusi.
- Hasil uji coba dan refleksi.
- **"Peer Assessment" (Penilaian Sejawat) Simulasi Rangkaian:** Siswa saling memberikan umpan balik terhadap hasil simulasi rangkaian teman menggunakan ceklist sederhana.
- **Presentasi Progres (Lisan dan Visual):** Siswa mempresentasikan progres perakitan atau desain casing mereka di tengah proyek. Guru memberikan umpan balik langsung.
- **Kuis Singkat (Lisan/Tulis):** Pertanyaan tentang fungsi komponen, membaca diagram rangkaian, atau langkah-langkah *troubleshooting* sederhana.

c. Asesmen Akhir Pembelajaran (Sumatif)

- **Tujuan:** Mengukur pencapaian kompetensi secara keseluruhan dalam merancang, membuat, menguji, dan mempresentasikan produk lampu sensor suara.
- **Format:**
 - **Penilaian Produk Akhir (Lampu Sensor Suara):**
 - **Tugas:** Setiap kelompok menyerahkan produk lampu sensor suara yang berfungsi, lengkap dengan casing, dan dilengkapi dengan laporan proyek sederhana.
 - **Indikator Penilaian (Rubrik):**
 - **Fungsionalitas dan Kinerja (40%):** Lampu menyala/mati sesuai respons suara, sensitivitas sensor baik, rangkaian stabil.
 - **Kualitas Perakitan (20%):** Kerapian solderan, kekokohan sambungan, penempatan komponen yang rapi, keselamatan kabel.
 - **Kreativitas dan Estetika Casing (15%):** Desain casing yang inovatif, menarik, fungsional, dan aman.
 - **Laporan Proyek (15%):** Kelengkapan (diagram, daftar komponen, HPP), kejelasan penjelasan, dan refleksi proses.
 - **Penerapan K3 (10%):** Indikasi bahwa produk dibuat dengan memperhatikan aspek keselamatan.
 - **Presentasi Proyek (Lisan dan Demonstrasi):**
 - **Tugas:** Setiap kelompok mempresentasikan produk lampu sensor suara mereka di depan kelas. Presentasi mencakup:
 - Penjelasan konsep dasar dan inspirasi produk.
 - Demonstrasi fungsi lampu sensor suara.
 - Penjelasan diagram rangkaian dan proses perakitan (termasuk tantangan dan solusi).
 - Analisis HPP dan potensi kewirausahaan.
 - Refleksi pembelajaran yang didapat.
 - **Indikator Penilaian (Rubrik):**
 - **Keterampilan Presentasi (30%):** Kejelasan, kepercayaan diri, kemampuan menjawab pertanyaan, dan *delivery*.

- **Pemahaman Konsep dan Proses (30%):** Kedalaman penjelasan tentang prinsip kerja, tahapan rekayasa, dan *troubleshooting*.
- **Analisis dan Refleksi (25%):** Kemampuan mengidentifikasi masalah, memberikan solusi, dan merefleksikan pembelajaran diri.
- **Kolaborasi (15%):** Bukti kerja sama yang efektif dalam kelompok.