**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**
**(RPP)**

**Satuan Pendidikan : SMA N/S**
**Mata Pelajaran : Fisika**
**Kelas /Semester : XII /Genap**
**Materi Pokok : konsep dan Penomena Kuantum**
**Tahun Pelajaran : 2017/2018**
**Alokasi Waktu : 12 JP ( 3 Pertemuan)**

## A. Kompetensi Inti

| KOMPETENSI INTI 3 (PENGETAHUAN) | KOMPETENSI INTI 4 (KETERAMPILAN) |
|---|---|
| Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah | Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan |

## B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

| Kompetensi Dasar (KD) | Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) |
|---|---|
| 3.8 Menganalisis secara kualitatif gejala kuantum yang mencakup sifat radiasi benda hitam, efek fotolistrik, efek Compton, dan sinar X dalam kehidupan sehari-hari | 3.8.1 Menjelaskan konsep foton secara kualitatif gejala kuantum<br>3.8.2 Mendeskripsikan efek fotolistrik secara kualitatif<br>3.8.3 Mendeskripsikan efek Compton secara kualitatif gejala kuantum<br>3.8.4 Menjelaskan sinar X dalam kehidupan sehari-hari |
| 4.8 Menyajikan laporan tertulis dari berbagai sumber tentang penerapan efek fotolistrik, efek Compton, dan sinar X dalam kehidupan sehari-hari | 4.8.1 Menyajikan penyelesaian tentang foton, efek fotolistrik, cara kerja mesin fotokopi, dan mesin foto Rontgen<br>4.8.2 Presentasi hasil eksplorasi secara audio visual dan/atau media lain tentang konsep foton, fenomena efek fotolistrik, efek Compton, dan sinar-X |

## C. Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *Discovery Learning* dan pendekatan saintifik, peserta didik diharapkan mampu Memahami konsep foton secara kualitatif gejala kuantum, Memahami efek fotolistrik, Memahami efek Compton secara kualitatif gejala kuantum serta mampu Membuat penyelesaian tentang foton, efek fotolistrik, cara kerja mesin fotokopi, dan mesin foto Rontgen dengan rasa rasa ingin tahu, tanggung jawab, displin selama proses pembelajaran, bersikap jujur, percaya diri dan pantang menyerah, serta memiliki sikap responsif (berpikir kritis) dan proaktif (kreatif), serta mampu berkomukasi dan bekerjasama dengan baik

## D. Materi Pembelajaran

### 1. Fakta

- Pemanfaatann efek fotolistrik untuk membangkitkan arus listrik dari cahaya matahari

2. **Konsep**
   - Foton adalah partikel elementer dalam fenomena elektromagnetik. Biasanya foton dianggap sebagai pembawa radiasi elektromagnetik, seperti cahaya, gelombang radio, dan Sinar-X
3. **Prinsip**
   - Kekekalan momentum dirumuskan

$p_1 = p_2 + p_e$ atau $p_e = p_1 - p_2$

Dengan mengambil perkalian titik setiap sisi diperoleh:

$$p_e^2 = p_1^2 + p_2^2 - 2p_1p_2\cos\theta \quad \text{.....} (8.12)$$

Kekekalan energi memberikan:

$$p_1.c + m.c^2 = p_2.c + \sqrt{(mc^2)^2 + p_e^2 c^2}$$

Hasil Compton adalah:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{h}{m.c}(1 - \cos\theta)$$

dengan:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{h}{m.c} = \frac{hc}{m.c^2} = \frac{1240\ \text{eV.nm}}{5{,}11\times10^5\ \text{eV}}$$

$$= 2{,}43\times10^{-12}\ \text{m} = 2{,}43\ \text{pm}$$

4. **Prosedur**
   - Energy kinetik maksimum dari elektron dapat ditentukan dengan persamaan

$$Ek = h.f - h.f_0 \text{.....}$$

*dengan:*

$f, f_0$ = frekuensi cahaya dan frekuensi ambang (Hz)

$h$ = konstanta Planck ($6{,}63\times10^{-34}$ Js)

$Ek$ = energi kinetik maksimum elektron (J)

## E. Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : Scientific Learning
2. Model Pembelajaran: Discovery Learning (Pembelajaran Penemuan)
3. Metode : ATM *(Amati, Tiru, Modifikasi),* Ceramah, Diskusi,Tanya Jawab, Penugasan

## F. Media, Alat dan Bahan Pembelajaran

1. Media LCD projector
2. Laptop / Komputer
3. Bahan Tayang ( Slide Power Point)
4. Whiteboard
5. Spidol
6. Penggaris

## G. Sumber Belajar

1. Teks Siswa,
2. Buku Pegangan Guru,
3. Modul/bahan ajar,
4. internet,
5. Sumber lain yang relevan

H. **Langkah-langkah Pembelajaran**

<table>
<tr><th>1. Pertemuan Ke-1 ( 4 x 45 menit )</th><th>Waktu</th></tr>
<tr><td>

**Kegiatan Pendahuluan**

**Guru :**

**Orientasi**

- ❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran
- ❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin
- ❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran.

**Apersepsi**

- ❖ Mengaitkan materi/*tema/kegiatan* pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/*tema/kegiatan* sebelumnya,
- ❖ Mengingatkan kembali materi prasyarat dengan bertanya.
- ❖ Mengajukan pertanyaan yang ada keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dilakukan.

**Motivasi**

- ❖ Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari.
- ❖ Apabila materi/tema/projek ini kerjakan dengan baik dan sungguh-sungguh ini dikuasai dengan baik, maka peserta didik diharapkan dapat menjelaskan tentang:
  - *Konsep Foton*
- ❖ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung
- ❖ Mengajukan pertanyaan.

**Pemberian Acuan**

- ❖ Memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas pada pertemuan saat itu.
- ❖ Memberitahukan tentang kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator, dan KKM pada pertemuan yang berlangsung
- ❖ Pembagian kelompok belajar
- ❖ Menjelaskan mekanisme pelaksanaan pengalaman belajar sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran.

</td><td>**15 menit**</td></tr>
<tr><td>

**Kegiatan Inti**

<table>
<tr><th>Sintak<br>Model Pembelajaran</th><th>Kegiatan Pembelajaran</th></tr>
<tr><td>Orientasi peserta didik kepada masalah</td><td>

**Mengamati**

Peserta didik diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian pada topik

- *Konsep Foton*

dengan cara :

- ❖ **Mengamati**

  lembar kerja, pemberian contoh-contoh materi/soal untuk dapat dikembangkan peserta didik, dari media interaktif, dsb yang berhubungan dengan

  - *Konsep Foton*

    *Foton adalah partikel elementer dalam fenomena elektromagnetik. Biasanya foton dianggap sebagai pembawa radiasi elektromagnetik, seperti cahaya, gelombang radio, dan Sinar-X.*

    *Foton berbeda dengan partikel elementer lain seperti elektron dan quark, karena ia tidak bermassa dan dalam ruang vakum foton selalu bergerak dengan kecepatan cahaya, c. Foton memiliki baik sifat gelombang maupun partikel "dualisme gelombang-partikel").*

    *Sebagai gelombang, satu foton tunggal tersebar di seluruh ruang dan menunjukkan fenomena gelombang seperti pembiasan oleh lensa dan*

</td></tr>
</table>

</td><td>**150 menit**</td></tr>
</table>

| 1. Pertemuan Ke-1 ( 4 x 45 menit ) | | Waktu |
|---|---|---|
| | *interferensi destruktif ketika gelombang terpantulkan saling memusnahkan satu sama lain.*<br><br>*Sebagai partikel, foton hanya dapat berinteraksi dengan materi dengan memindahkan energi sejumlah:*<br>$E = \frac{hc}{\lambda}$<br>*Dimana h adalah konstanta planck, c adalah laju cahaya, dan λ adalah panjang gelombang*<br><br>*Konsep foton diterapkan dalam banyak area seperti fotokimia, mikroskopi resolusi tinggi dan pengukuran jarak molekuler. Baru-baru ini foton dipelajari sebagai unsur komputer kuantum dan untuk aplikasi canggih dalam komunikasi optik seperti kriptografi kuantum.*<br>❖ **Membaca** (dilakukan di rumah sebelum kegiatan pembelajaran berlangsung),<br>materi dari buku paket atau buku-buku penunjang lain, dari internet/materi yang berhubungan dengan<br>● *Konsep Foton*<br>❖ **Mendengar**<br>pemberian materi oleh guru yang berkaitan dengan<br>● *Konsep Foton*<br>❖ **Menyimak**,<br>penjelasan pengantar kegiatan/materi secara garis besar/global tentang materi pelajaran mengenai :<br>● *Konsep Foton*<br>untuk melatih kesungguhan, ketelitian, mencari informasi. | |
| Mengorganisasikan peserta didik | **Menanya**<br>Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan gambar yang disajikan dan akan dijawab melalui kegiatan belajar, contohnya :<br>❖ **Mengajukan pertanyaan** tentang :<br>● *Konsep Foton*<br>yang tidak dipahami dari apa yang diamati atau pertanyaan untuk mendapatkan informasi tambahan tentang apa yang diamati (dimulai dari pertanyaan faktual sampai ke pertanyaan yang bersifat hipotetik) untuk mengembangkan kreativitas, rasa ingin tahu, kemampuan merumuskan pertanyaan untuk membentuk pikiran kritis yang perlu untuk hidup cerdas dan belajar sepanjang hayat. Misalnya :<br>● *jelaskan pengertian Konsep Foton?* | |
| Membimbing penyelidikan individu dan kelompok | **Mengumpulkan informasi**<br>Peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan:<br>❖ **Membaca sumber lain selain buku teks,**<br>mengunjungi laboratorium komputer perpustakaan sekolah untuk mencari dan membaca artikel tentang<br>● *Konsep Foton*<br>❖ **Mengumpulkan informasi**<br>Mengumpulkan data/informasi melalui diskusi kelompok atau kegiatan lain guna menemukan solusimasalah terkait materi pokok yaitu<br>● *Konsep Foton*<br>❖ **Aktivitas**<br>● *Peserta didik diminta untuk bertanya tentang Konsep Foton pada kegiatan menanya* | |

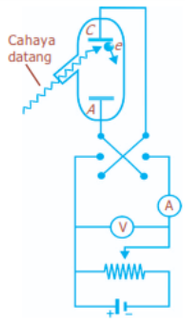
| 1. Pertemuan Ke-1 ( 4 x 45 menit ) | | Waktu |
|---|---|---|
| | ❖ **Mendiskusikan**<br>● *Peserta didik diminta untuk mendiskusikan Konsep Foton*<br>❖ **Saling tukar informasi tentang** :<br>● *Konsep Foton*<br>dengan ditanggapi aktif oleh peserta didik dari kelompok lainnya sehingga diperoleh sebuah pengetahuan baru yang dapat dijadikan sebagai bahan diskusi kelompok kemudian, dengan menggunakan metode ilmiah yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau pada lembar kerja yang disediakan dengan cermat untuk mengembangkan sikap teliti, jujur, sopan, menghargai pendapat orang lain, kemampuan berkomunikasi, menerapkan kemampuan mengumpulkan informasi melalui berbagai cara yang dipelajari, mengembangkan kebiasaan belajar dan belajar sepanjang hayat. | |
| Mengembangkan dan menyajikan hasil karya | **Mengkomunikasikan**<br>Peserta didik berdiskusi untuk menyimpulkan<br>❖ Menyampaikan hasil diskusi berupa kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan sopan<br>❖ Mempresentasikan hasil diskusi kelompok secara klasikal tentang :<br>● *Konsep Foton*<br>❖ Mengemukakan pendapat atas presentasi yang dilakukan dan ditanggapi oleh kelompok yang mempresentasikan<br>❖ Bertanya atas presentasi yang dilakukan dan peserta didik lain diberi kesempatan untuk menjawabnya.<br>❖ Menyimpulkan tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang baru dilakukan berupa : Laporan hasil pengamatan secara tertulis tentang<br>● *Konsep Foton*<br>❖ Menjawab pertanyaan yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau lembar kerja yang telah disediakan.<br>❖ Bertanya tentang hal yang belum dipahami, atau guru melemparkan beberapa pertanyaan kepada siswa.<br>❖ Menyelesaikan uji kompetensi yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau pada lembar lerja yang telah disediakan secara individu untuk mengecek penguasaan siswa terhadap materi pelajaran | |
| Menganalisa & mengevaluasi proses pemecahan masalah | **Mengasosiasikan**<br>Peserta didik menganalisa masukan, tanggapan dan koreksi dari guru terkait pembelajaran tentang: ……<br>❖ **Mengolah informasi** yang sudah dikumpulkan dari hasil kegiatan/pertemuan sebelumnya maupun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan mengumpulkan informasi yang sedang berlangsung dengan bantuan pertanyaan-pertanyaan pada lembar kerja.<br>❖ Peserta didik mengerjakan beberapa soal mengenai<br>● *Konsep Foton*<br>❖ Menambah keluasan dan kedalaman sampai kepada pengolahan informasi yang bersifat mencari solusi dari berbagai sumber yang memiliki pendapat yang berbeda sampai kepada yang bertentangan untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, disiplin, taat aturan, kerja keras, kemampuan menerapkan prosedur dan kemampuan berpikir induktif serta deduktif dalam membuktikan :<br>● *Konsep Foton* | |
| **Kegiatan Penutup**<br>Peserta didik : | | **15 menit** |

| 1. Pertemuan Ke-1 ( 4 x 45 menit ) | Waktu |
|---|---|
| ● Membuat rangkuman/simpulan pelajaran.tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang baru dilakukan.<br>● Melakukan refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan.<br>Guru :<br>● Memeriksa pekerjaan siswa yang selesai langsung diperiksa. Peserta didik yang selesai mengerjakan projek dengan benar diberi paraf serta diberi nomor urut peringkat, untuk penilaian projek.<br>● Memberikan penghargaan kepada kelompok yang memiliki kinerja dan kerjasama yang baik<br>● Merencanakan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk tugas kelompok/ perseorangan (jika diperlukan).<br>● Mengagendakan pekerjaan rumah.<br>● Menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya | |

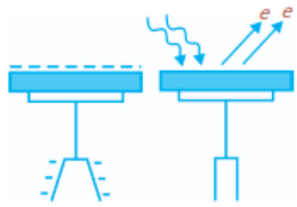
| 2. Pertemuan Ke-2 ( 4 x 45 menit ) | Waktu |
|---|---|
| **Kegiatan Pendahuluan**<br>**Guru :**<br>**Orientasi**<br>❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran<br>❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin<br>❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran.<br>**Apersepsi**<br>❖ Mengaitkan materi/*tema/kegiatan* pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/*tema/kegiatan* sebelumnya,<br>● *Konsep Foton*<br>❖ Mengingatkan kembali materi prasyarat dengan bertanya.<br>❖ Mengajukan pertanyaan yang ada keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dilakukan.<br>**Motivasi**<br>❖ Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari.<br>❖ Apabila materi/tema/projek ini kerjakan dengan baik dan sungguh-sungguh ini dikuasai dengan baik, maka peserta didik diharapkan dapat menjelaskan tentang:<br>● *Efek Fotolistrik*<br>❖ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung<br>❖ Mengajukan pertanyaan.<br>**Pemberian Acuan**<br>❖ Memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas pada pertemuan saat itu.<br>❖ Memberitahukan tentang kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator, dan KKM pada pertemuan yang berlangsung<br>❖ Pembagian kelompok belajar<br>❖ Menjelaskan mekanisme pelaksanaan pengalaman belajar sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran. | **15 menit** |
| **Kegiatan Inti** | **150 menit** |

| Sintak Model Pembelajaran | Kegiatan Pembelajaran |
|---|---|
| Orientasi peserta didik kepada masalah | **Mengamati**<br>Peserta didik diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian pada topik<br>● *Efek Fotolistrik*<br>dengan cara :<br>❖ **Melihat** (tanpa atau dengan alat)<br>Menayangkan gambar/foto/tabel berikut ini |

| 2. Pertemuan Ke-2 ( 4 x 45 menit ) | Waktu |
|---|---|




**Gambar 8.5** Sketsa alat untuk mengkaji efek elektromagnetik.




**Gambar 8.6** Efek fotolistrik.

❖ **Mengamati**

lembar kerja, pemberian contoh-contoh materi/soal untuk dapat dikembangkan peserta didik, dari media interaktif, dsb yang berhubungan dengan

- *Efek Fotolistrik*

  *Apabila cahaya datang pada permukaan logam katoda C yang bersih, elektron akan dipancarkan. Jika elektron menumbuk anoda A, terdapat arus dalam rangkaian luarnya. Jumlah elektron yang dipancarkan yang dapat mencapai elektroda dapat ditingkatkan atau diturunkan dengan membuat anoda positif atau negatif terhadap katodanya. Apabila V positif, elektron ditarik ke anoda.*

  *Apabila V negatif, elektron ditolak dari anoda. Hanya elektron dengan energi kinetic* $\frac{1}{2}mv^2$ *yang lebih besar dari* $eV$ *kemudian dapat mencapai anoda. Potensial* $V_o$ *disebut potensial penghenti. Potensial ini dihubungkan dengan energi kinetik maksimum elektron yang dipancarkan oleh:*

  $$\left(\frac{1}{2}mv^2\right)_{maks} = e.V_0$$

  *Einstein telah menjelaskan bahwa untuk mengeluarkan elektron dari permukaan logam dibutuhkan energi ambang. Jika radiasi elektromagnet yang terdiri atas foton mempunyai enegi yang lebih besar dibandingkan energi ambang, maka elektron akan lepas dari permukaan logam. Akibatnya energi kinetik maksimum dari elektron dapat ditentukan dengan persamaan:*

  $$Ek = h.f - h.f_0 .....$$

  *dengan:*

  $f, f_0$ = frekuensi cahaya dan frekuensi ambang (Hz)
  $h$ = konstanta Planck ($6{,}63 \times 10^{-34}$ Js)
  $Ek$ = energi kinetik maksimum elektron (J)

  Contoh Soal

  Frekuensi ambang suatu logam sebesar $8{,}0 \times 10^{14}$ Hz dan logam tersebut disinari dengan cahaya yang memiliki frekuensi $10^{15}$ Hz. Jika tetapan Planck $6{,}6 \times 10^{-34}$ Js, tentukan energi kinetik elekton yang terlepas dari permukaan logam tersebut!

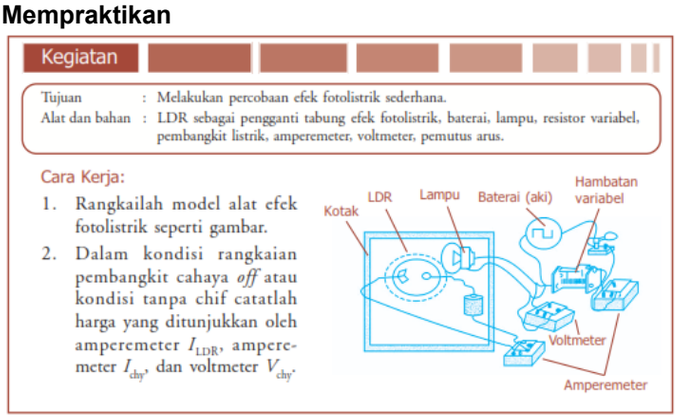
  *Penyelesaian:*

  Diketahui: $f_0 = 8{,}0 \times 10^{14}$ Hz
  $f = 10^{15}$ Hz
  $h = 6{,}6 \times 10^{-34}$ Js

  Ditanya: $Ek$ = ...?

  Jawab: $Ek = h.f - h.f_0$
  $= 6{,}6 \times 10^{-34}(10^{15} - (8{,}0 \times 10^{14}))$
  $= 1{,}32 \times 10^{-19}$ J

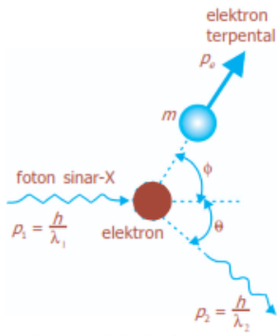
❖ **Membaca** (dilakukan di rumah sebelum kegiatan pembelajaran berlangsung),

| 2. Pertemuan Ke-2 ( 4 x 45 menit ) | | Waktu |
|---|---|---|
| | materi dari buku paket atau buku-buku penunjang lain, dari internet/materi yang berhubungan dengan<br>● *Efek Fotolistrik*<br>❖ **Mendengar**<br>pemberian materi oleh guru yang berkaitan dengan<br>● *Efek Fotolistrik*<br>❖ **Menyimak**,<br>penjelasan pengantar kegiatan/materi secara garis besar/global tentang materi pelajaran mengenai :<br>● *Efek Fotolistrik*<br>untuk melatih kesungguhan, ketelitian, mencari informasi. | |
| Mengorganisasikan peserta didik | **Menanya**<br>Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan gambar yang disajikan dan akan dijawab melalui kegiatan belajar, contohnya :<br>❖ **Mengajukan pertanyaan** tentang :<br>● *Efek Fotolistrik*<br>yang tidak dipahami dari apa yang diamati atau pertanyaan untuk mendapatkan informasi tambahan tentang apa yang diamati (dimulai dari pertanyaan faktual sampai ke pertanyaan yang bersifat hipotetik) untuk mengembangkan kreativitas, rasa ingin tahu, kemampuan merumuskan pertanyaan untuk membentuk pikiran kritis yang perlu untuk hidup cerdas dan belajar sepanjang hayat. Misalnya :<br>● | |
| Membimbing penyelidikan individu dan kelompok | **Mengumpulkan informasi**<br>Peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan:<br>❖ **Membaca sumber lain selain buku teks,**<br>mengunjungi laboratorium komputer perpustakaan sekolah untuk mencari dan membaca artikel tentang<br>● *Efek Fotolistrik*<br>❖ **Mengumpulkan informasi**<br>Mengumpulkan data/informasi melalui diskusi kelompok atau kegiatan lain guna menemukan solusimasalah terkait materi pokok yaitu<br>● *Efek Fotolistrik*<br>❖ **Mempraktikan**<br>  <br>Kegiatan<br>Tujuan : Melakukan percobaan efek fotolistrik sederhana.<br>Alat dan bahan : LDR sebagai pengganti tabung efek fotolistrik, baterai, lampu, resistor variabel, pembangkit listrik, amperemeter, voltmeter, pemutus arus.<br>Cara Kerja:<br>1. Rangkailah model alat efek fotolistrik seperti gambar.<br>2. Dalam kondisi rangkaian pembangkit cahaya *off* atau kondisi tanpa chif catatlah harga yang ditunjukkan oleh amperemeter $I_{LDR}$, amperemeter $I_{chy}$, dan voltmeter $V_{chy}$.<br> | |

| 2. Pertemuan Ke-2 ( 4 x 45 menit ) | | Waktu |
|---|---|---|
| | 3. Tempatkan tahanan variabel pada posisi maksimum dan *on*-kan sakelar. Amati dan ukur harga amperemeter $I_{LDR}$, amperemeter $I_{chy}$, dan voltmeter $V_{chy}$.<br>4. Geser resistor variabel hingga harga tahanan lebih kecil. Amati dan ukur harga amperemeter $I_{LDR}$, amperemeter $I_{chy}$, dan voltmeter $V_{chy}$.<br>5. Ulangi langkah 4 untuk harga resistor variabel menjadi semakin kecil.<br>6. Catatlah data yang diperoleh pada tabel berikut ini.<br><br>No. \| $I_{chy}$ \| $V_{chy}$ \| $I_{LDR}$ \| Keterangan<br><br>Diskusi:<br>1. Gambarlah grafik hubungan antara $T_{LDR}$ dan $V_{chy}$!<br>2. Kesimpulan apa yang dapat diambil dari percobaan tersebut?<br><br>❖ **Saling tukar informasi tentang** :<br>● *Efek Fotolistrik*<br>dengan ditanggapi aktif oleh peserta didik dari kelompok lainnya sehingga diperoleh sebuah pengetahuan baru yang dapat dijadikan sebagai bahan diskusi kelompok kemudian, dengan menggunakan metode ilmiah yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau pada lembar kerja yang disediakan dengan cermat untuk mengembangkan sikap teliti, jujur, sopan, menghargai pendapat orang lain, kemampuan berkomunikasi, menerapkan kemampuan mengumpulkan informasi melalui berbagai cara yang dipelajari, mengembangkan kebiasaan belajar dan belajar sepanjang hayat. | |
| Mengembangkan dan menyajikan hasil karya | **Mengkomunikasikan**<br>Peserta didik berdiskusi untuk menyimpulkan<br>❖ Menyampaikan hasil diskusi berupa kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan sopan<br>❖ Mempresentasikan hasil diskusi kelompok secara klasikal tentang :<br>● *Efek Fotolistrik*<br>❖ Mengemukakan pendapat atas presentasi yang dilakukan dan ditanggapi oleh kelompok yang mempresentasikan<br>❖ Bertanya atas presentasi yang dilakukan dan peserta didik lain diberi kesempatan untuk menjawabnya.<br>❖ Menyimpulkan tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang baru dilakukan berupa : Laporan hasil pengamatan secara tertulis tentang<br>● *Efek Fotolistrik*<br>❖ Menjawab pertanyaan yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau lembar kerja yang telah disediakan.<br>❖ Bertanya tentang hal yang belum dipahami, atau guru melemparkan beberapa pertanyaan kepada siswa.<br>❖ Menyelesaikan uji kompetensi yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau pada lembar lerja yang telah disediakan secara individu untuk mengecek penguasaan siswa terhadap materi pelajaran | |
| Menganalisa & mengevaluasi proses pemecahan masalah | **Mengasosiasikan**<br>Peserta didik menganalisa masukan, tanggapan dan koreksi dari guru terkait pembelajaran tentang: ……<br>❖ **Mengolah informasi** yang sudah dikumpulkan dari hasil kegiatan/pertemuan sebelumnya maupun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan mengumpulkan informasi yang sedang berlangsung dengan bantuan pertanyaan-pertanyaan pada lembar kerja.<br>❖ Peserta didik mengerjakan beberapa soal mengenai<br>● *Efek Fotolistrik*<br>❖ Menambah keluasan dan kedalaman sampai kepada pengolahan informasi yang bersifat mencari solusi dari berbagai sumber yang memiliki pendapat yang berbeda sampai | |

| 2. Pertemuan Ke-2 ( 4 x 45 menit ) | Waktu |
|---|---|
| kepada yang bertentangan untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, disiplin, taat aturan, kerja keras, kemampuan menerapkan prosedur dan kemampuan berpikir induktif serta deduktif dalam membuktikan :<br>● *Efek Fotolistrik* | |
| | |
| **Kegiatan Penutup**<br>Peserta didik :<br>● Membuat rangkuman/simpulan pelajaran.tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang baru dilakukan.<br>● Melakukan refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan.<br>Guru :<br>● Memeriksa pekerjaan siswa yang selesai langsung diperiksa. Peserta didik yang selesai mengerjakan projek dengan benar diberi paraf serta diberi nomor urut peringkat, untuk penilaian projek.<br>● Memberikan penghargaan kepada kelompok yang memiliki kinerja dan kerjasama yang baik<br>● Merencanakan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk tugas kelompok/ perseorangan (jika diperlukan).<br>● Mengagendakan pekerjaan rumah.<br>● Menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya | **15 menit** |

| 3. Pertemuan Ke-3 ( 4 x 45 menit ) | Waktu |
|---|---|
| **Kegiatan Pendahuluan**<br>**Guru :**<br>**Orientasi**<br>❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran<br>❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin<br>❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran.<br>**Apersepsi**<br>❖ Mengaitkan materi/*tema/kegiatan* pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/*tema/kegiatan* sebelumnya,<br>● *Efek Fotolistrik*<br>❖ Mengingatkan kembali materi prasyarat dengan bertanya.<br>❖ Mengajukan pertanyaan yang ada keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dilakukan.<br>**Motivasi**<br>❖ Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari.<br>❖ Apabila materi/tema/projek ini kerjakan dengan baik dan sungguh-sungguh ini dikuasai dengan baik, maka peserta didik diharapkan dapat menjelaskan tentang:<br>● *Efek Compton dan Sinar X*<br>❖ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung<br>❖ Mengajukan pertanyaan.<br>**Pemberian Acuan**<br>❖ Memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas pada pertemuan saat itu.<br>❖ Memberitahukan tentang kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator, dan KKM pada pertemuan yang berlangsung<br>❖ Pembagian kelompok belajar<br>❖ Menjelaskan mekanisme pelaksanaan pengalaman belajar sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran. | **15 menit** |
| **Kegiatan Inti** | **150** |

| 3. Pertemuan Ke-3 ( 4 x 45 menit ) | | Waktu |
|---|---|---|
| **Sintak Model Pembelajaran** | **Kegiatan Pembelajaran** | **menit** |
| Orientasi peserta didik kepada masalah | **Mengamati**<br>Peserta didik diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian pada topik *Efek Compton dan Sinar X*<br>dengan cara :<br>❖ **Melihat** (tanpa atau dengan alat)<br>Menayangkan gambar/foto/tabel berikut ini<br>  <br><br>**Gambar 8.7** Gejala Compton sinar-X oleh elektron.<br>❖ **Mengamati**<br>lembar kerja, pemberian contoh-contoh materi/soal untuk dapat dikembangkan peserta didik, dari media interaktif, dsb yang berhubungan dengan<br>● *Efek Compton dan Sinar X*<br>*Gejala Compton merupakan gejala hamburan (efek) dari penembakan suatu materi dengan sinar-X. Efek ini ditemukan oleh Arthur Holly Compton pada tahun 1923. Jika sejumlah elektron yang dipancarkan ditembak dengan sinar-X, maka sinar-X ini akan terhambur. Hamburan sinar-X ini memiliki frekuensi yang lebih kecil daripada frekuensi semula.*<br><br>*Menurut teori klasik, energi dan momentum gelombang elektromagnetik dihubungkan oleh:*<br>$E = p.c$<br>$E^2 = p^2.c^2 + (m.c^2)^2$<br>*Jika massa foton (m) dianggap nol. Gambar 8.7 menunjukkan geometri tumbukan antara foton dengan panjang gelombang λ , dan elektron yang mula-mula berada dalam keadaan diam. Compton menghubungkan sudut hamburan θ terhadap yang datang dan panjang gelombang hamburan λ1 dan λ2 . p1 merupakan momentum foton yang datang dan p2 merupakan momentum foton yang dihamburkan, serta p.c merupakan momentum elektron yang terpantul. Kekekalan momentum dirumuskan:*<br>$p_1 = p_2 + p_e$ atau $p_e = p_1 - p_2$<br>Dengan mengambil perkalian titik setiap sisi diperoleh:<br>$p_e^2 = p_1^2 + p_2^2 - 2p_1p_2\cos\theta$ ..... (8.12)<br>Kekekalan energi memberikan:<br>$p_1.c + m.c^2 = p_2.c + \sqrt{(mc^2)^2 + p_e^2.c^2}$<br>Hasil Compton adalah:<br>$\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{h}{m.c}(1 - \cos\theta)$<br>dengan:<br>$\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{h}{m.c} = \frac{hc}{m.c^2} = \frac{1240\ \text{eV.nm}}{5{,}11\times10^5\ \text{eV}}$<br>$= 2{,}43\times10^{-12}\ \text{m} = 2{,}43\ \text{pm}$ | |

| 3. Pertemuan Ke-3 ( 4 x 45 menit ) | | Waktu |
|---|---|---|
| | ❖ **Membaca** (dilakukan di rumah sebelum kegiatan pembelajaran berlangsung),<br>materi dari buku paket atau buku-buku penunjang lain, dari internet/materi yang berhubungan dengan<br>● *Efek Compton dan Sinar X*<br>❖ **Mendengar**<br>pemberian materi oleh guru yang berkaitan dengan<br>● *Efek Compton dan Sinar X*<br>❖ **Menyimak**,<br>penjelasan pengantar kegiatan/materi secara garis besar/global tentang materi pelajaran mengenai :<br>● *Efek Compton dan Sinar X*<br>untuk melatih kesungguhan, ketelitian, mencari informasi. | |
| Mengorganisasikan peserta didik | **Menanya**<br>Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan gambar yang disajikan dan akan dijawab melalui kegiatan belajar, contohnya :<br>❖ **Mengajukan pertanyaan** tentang :<br>● *Efek Compton dan Sinar X*<br>yang tidak dipahami dari apa yang diamati atau pertanyaan untuk mendapatkan informasi tambahan tentang apa yang diamati (dimulai dari pertanyaan faktual sampai ke pertanyaan yang bersifat hipotetik) untuk mengembangkan kreativitas, rasa ingin tahu, kemampuan merumuskan pertanyaan untuk membentuk pikiran kritis yang perlu untuk hidup cerdas dan belajar sepanjang hayat. Misalnya :<br>● | |
| Membimbing penyelidikan individu dan kelompok | **Mengumpulkan informasi**<br>Peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan:<br>❖ **Membaca sumber lain selain buku teks,**<br>mengunjungi laboratorium komputer perpustakaan sekolah untuk mencari dan membaca artikel tentang<br>● *Efek Compton dan Sinar X*<br>❖ **Mengumpulkan informasi**<br>Mengumpulkan data/informasi melalui diskusi kelompok atau kegiatan lain guna menemukan solusimasalah terkait materi pokok yaitu<br>● *Efek Compton dan Sinar X*<br>❖ **Aktivitas**<br>Uji Kemampuan 8.4<br>1. Hitunglah persentase perubahan panjang gelombang yang diamati dalam gejala Compton dengan foton 20 keV pada $\theta = 60^o$!<br>2. Seberkas sinar-X dengan panjang gelombang $5 \times 10^{-14}$ m menabrak sebuah foton yang diam ($m = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg). Jika sinar-X tersebut tersebar dengan sudut $110^o$, berapakah panjang gelombang sinar-X yang terhambur?<br>3. Compton menggunakan foton dengan panjang gelombang 0,0711 nm.<br>a. Berapakah energi foton ini?<br>b. Berapakah panjang gelombang foton yang dihamburkan pada $\theta = 180^o$?<br>c. Berapakah energi foton yang dihamburkan pada sudut ini?<br>❖ **Saling tukar informasi tentang** :<br>● *Efek Compton dan Sinar X*<br>dengan ditanggapi aktif oleh peserta didik dari kelompok lainnya sehingga diperoleh sebuah pengetahuan baru yang dapat dijadikan sebagai bahan diskusi kelompok kemudian, dengan menggunakan metode ilmiah yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau pada lembar kerja yang disediakan dengan cermat untuk mengembangkan sikap teliti, jujur, sopan, menghargai pendapat orang lain, kemampuan berkomunikasi, menerapkan kemampuan mengumpulkan informasi melalui berbagai cara yang dipelajari, | |

| 3. Pertemuan Ke-3 ( 4 x 45 menit ) | | Waktu |
|---|---|---|
| | mengembangkan kebiasaan belajar dan belajar sepanjang hayat. | |
| Mengembangkan dan menyajikan hasil karya | **Mengkomunikasikan**<br>Peserta didik berdiskusi untuk menyimpulkan<br>❖ Menyampaikan hasil diskusi berupa kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan sopan<br>❖ Mempresentasikan hasil diskusi kelompok secara klasikal tentang :<br>● *Efek Compton dan Sinar X*<br>❖ Mengemukakan pendapat atas presentasi yang dilakukan dan ditanggapi oleh kelompok yang mempresentasikan<br>❖ Bertanya atas presentasi yang dilakukan dan peserta didik lain diberi kesempatan untuk menjawabnya.<br>❖ Menyimpulkan tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang baru dilakukan berupa : Laporan hasil pengamatan secara tertulis tentang<br>● *Efek Compton dan Sinar X*<br>❖ Menjawab pertanyaan yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau lembar kerja yang telah disediakan.<br>❖ Bertanya tentang hal yang belum dipahami, atau guru melemparkan beberapa pertanyaan kepada siswa.<br>❖ Menyelesaikan uji kompetensi yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau pada lembar lerja yang telah disediakan secara individu untuk mengecek penguasaan siswa terhadap materi pelajaran | |
| Menganalisa & mengevaluasi proses pemecahan masalah | **Mengasosiasikan**<br>Peserta didik menganalisa masukan, tanggapan dan koreksi dari guru terkait pembelajaran tentang: ……<br>❖ **Mengolah informasi** yang sudah dikumpulkan dari hasil kegiatan/pertemuan sebelumnya maupun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan mengumpulkan informasi yang sedang berlangsung dengan bantuan pertanyaan-pertanyaan pada lembar kerja.<br>❖ Peserta didik mengerjakan beberapa soal mengenai<br>● *Efek Compton dan Sinar X*<br>❖ Menambah keluasan dan kedalaman sampai kepada pengolahan informasi yang bersifat mencari solusi dari berbagai sumber yang memiliki pendapat yang berbeda sampai kepada yang bertentangan untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, disiplin, taat aturan, kerja keras, kemampuan menerapkan prosedur dan kemampuan berpikir induktif serta deduktif dalam membuktikan :<br>● *Efek Compton dan Sinar X* | |
| **Kegiatan Penutup**<br>Peserta didik :<br>● Membuat rangkuman/simpulan pelajaran.tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang baru dilakukan.<br>● Melakukan refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan.<br>Guru :<br>● Memeriksa pekerjaan siswa yang selesai langsung diperiksa. Peserta didik yang selesai mengerjakan projek dengan benar diberi paraf serta diberi nomor urut peringkat, untuk penilaian projek.<br>● Memberikan penghargaan kepada kelompok yang memiliki kinerja dan kerjasama yang baik<br>● Merencanakan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk tugas kelompok/ perseorangan (jika diperlukan).<br>● Mengagendakan pekerjaan rumah.<br>● Menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya | | **15 menit** |

**I. Penilaian, Pembelajaran Remedial dan Pengayaan**

**1. Teknik Penilaian**

**a. Penilaian Kompetensi Pengetahuan**

1) Tes Tertulis
   a) Pilihan ganda
   b) Uraian/esai

**2)** Tes Lisan

**b. Penilaian Kompetensi Keterampilan**

1) Proyek, pengamatan, wawancara'
   - *Mempelajari buku teks dan sumber lain tentang materi pokok*
   - *Menyimak tayangan/demo tentang materi pokok*
   - *Menyelesaikan tugas yang berkaitan dengan pengamatan dan eksplorasi*
2) Portofolio / unjuk kerja
   - *Laporan tertulis individu/ kelompok*
3) Produk,

**2. Instrumen Penilaian**

- Terlampir

**3. PembelajaranRemedial dan Pengayaan**

a. **Remedial**

- ❖ Remedial dapat diberikan kepada peserta didik yang belum mencapai KKM maupun kepada peserta didik yang sudah melampui KKM. Remidial terdiri atas dua bagian : remedial karena belum mencapai KKM dan remedial karena belum mencapai Kompetensi Dasar
- ❖ Guru memberi semangat kepada peserta didik yang belum mencapai KKM (Kriteria Ketuntasan Minimal). Guru akan memberikan tugas bagi peserta didik yang belum mencapai KKM (Kriterian Ketuntasan Minimal), misalnya sebagai berikut.
  - *Efek Compton dan Sinar X*

**b. Pengayaan**

- ❖ Pengayaan diberikan untuk menambah wawasan peserta didik mengenai materi pembelajaran yang dapat diberikan kepada peserta didik yang telah tuntas mencapai KKM atau mencapai Kompetensi Dasar.
- ❖ Pengayaan dapat ditagihkan atau tidak ditagihkan, sesuai kesepakatan dengan peserta didik.
- ❖ Direncanakan berdasarkan IPK atau materi pembelajaran yang membutuhkan pengembangan lebih luas misalnya
  - *Hukum Pergeseran Wien*

……, 7 Juli 2018

| | |
|---|---|
| Mengetahui<br>Kepala SMK N/S | Guru Mata Pelajaran |
| …… | …… |
| NIP/NRK. | NIP/NRK. |