# MODUL AJAR FISIKA

# VEKTOR

Nama : Dika Anggriawan, S.Pd.

Sekolah : SMA Plus Pembangunan Jaya

Dimensi : bergotong royong, bernalar kritis, dan kreatif

Fase : F

Alokasi Waktu : 3 x 5 JP

# CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor ke dalam kinematika dan dinamika gerak partikel, usaha dan energi, fluida dinamis, getaran harmonis, gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep energi kalor dan termodinamika dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor. Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan (baik statis maupun dinamis) dan kemagnetan dalam berbagai penyelesaian masalah dan berbagai produk teknologi, menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang elektromagnetik dalam menyelesaikan masalah. Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antara berbagai besaran fisis pada teori relativitas khusus, gejala kuantum dan menunjukkan penerapan konsep fisika inti dan radioaktivitas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Peserta didik mampu memberi penguatan pada aspek fisika sesuai dengan minat untuk ke perguruan tinggi yang berhubungan dengan bidang fisika. Melalui kerja ilmiah juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar Pancasila, khususnya mandiri, inovatif, bernalar kritis, kreatif dan bergotong royong.

|  |  |
| --- | --- |
| **Elemen Pemahaman** | **Elemen Keterampilan** |
| Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor, kinematika dan dinamika gerak, fluida, gejala gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep kalor dan termodinamika, dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor. | 1. Mengamati, 2. Mempertanyakan dan memprediksi 3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan 4. Memproses, menganalisis data dan informasi 5. Mencipta 6. Mengevaluasi dan refleksi 7. Mengomunikasikan hasil |

# TUJUAN PEMBELAJARAN

| **TP** | **KRITERIA KETERCAPAIAN TP (EVIDEN)** | **ASESMEN** |
| --- | --- | --- |
| Menerapkan prinsip operasi penjumlahan vektor sebidang | Pada akhir pembelajaran dari modul ini, peserta didik menunjukkan kemampuan:   1. Mengidentifikasi operasi vektor dengan menggunakan bermacam-macam metode 2. Mengidentifikasi komponen vektor dan vektor satuan 3. Menggunakan alat untuk menentukan resultan vektor yang melalui satu titik tangkap 4. Menyajikan hasil pengukuran dan melakukan pengolahan data dengan menggunakan aturan angka penting serta notasi ilmiah 5. Mengomunikasikan hasil percobaan secara lisan maupun tertulis | Awal:  *Melalui kegiatan simulasi, observasi, diskusi, tanya jawab, kuesioner, dan lain sebagainya, guru mengecek pengetahuan dan keterampilan prasyarat peserta didik sebagai gambaran pemahaman/pengalaman peserta didik dalam hal besaran dan satuan.*  Proses:  *Cek pemahaman dan keterampilan peserta didik mengenai materi vektor.*  *Peserta didik diberikan bimbingan untuk hal-hal yang perlu pembimbingan, serta kegiatan pembiasaan dalam menerapkan pengetahuannya tentang vektor yang melatih sikap sesuai Profil Pelajar Pancasila, yaitu:*   * *bergotong royong,* * *bernalar kritis,* * *kreatif*   Akhir   * *Pemastian ketercapaian pemahaman peserta didik (dapat dengan penugasan menyusun penjelasan, membuat infografis, rekaman, video, dsb) terkait vektor.* * *Pemastian ketercapaian keterampilan sains peserta didik dalam praktik pengukuran terkait materi vektor secara benar dan aman.* * *Pendokumentasian hasil pengamatan guru terhadap perkembangan sikap peserta didik.* |

# LANGKAH PEMBELAJARAN

Langkah-langkah pembelajaran pada topik vektor berikut ini dirancang per tema atau sub topik, tidak kaku harus dilaksanakan secara lengkap dalam satu pertemuan. Setelah guru melakukan asesmen awal kepada peserta didik, atau peserta didik telah menguasai sub-topik, guru dapat menyesuaikan kegiatan pembelajaran dari kegiatan yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

Setiap pertemuan pembelajaran perlu diawali dengan doa dan kegiatan mengulas kembali penerapan vektor yang berhubungan langsung dalam pengalaman peserta didik sehari-hari. Pada bagian akhir pertemuan, dilakukan penguatan dan refleksi kegiatan pembelajaran. Contoh pertanyaan refleksi :

a. Apakah saya hadir tepat waktu?

b. Apakah saya memahami materi pembelajaran hari ini?

c. Hal apa yang telah saya pelajari dari pembelajaran hari ini?

d. Bagian mana dari pembelajaran ini yang paling saya sukai?

e. Apakah saya merasa telah mengikuti kegiatan pembelajaran dengan baik?

f. Apakah saya mengalami kesulitan untuk mengikuti pembelajaran?

g. Apa yang dapat saya lakukan untuk memperbaiki cara belajar saya?

h. Apakah saat belajar saya mendapat bantuan dari orang lain?

i. Apakah saya membantu orang lain?

j. Kontribusi apa yang telah atau dapat saya berikan pada lingkungan sekitar saya setelah melakukan pembelajaran hari ini?

## **Asesmen Awal**

**Materi prasyarat 1 : besaran dan satuan**

**Uraian Kegiatan**

* + - 1. Peserta didik diminta untuk berdiri dan mengikuti dua instruksi yang diberikan oleh guru. Peserta didik harus segera bergerak jika instruksi telah diberikan tanpa boleh bertanya :
* Instruksi pertama : pindah empat langkah
* Instruksi kedua : pindah enam langkah ke depan

Berdasarkan kedua instruksi yang telah disimulasikan oleh guru, seluruh peserta didik menuliskan di kertas, dan perwakilan peserta didik diminta untuk menuliskan pendapat pada papan tulis

“Apa perbedaan dua instruksi tersebut?”

Kemungkinan jawaban yang muncul dari peserta didik :

* + - 1. “jumlah langkah instruksi pertama lebih kecil dari instruksi kedua”
      2. “situasi instruksi pertama tidak teratur dibandingkan instruksi kedua”
      3. “instruksi pertama kurang jelas arahnya kemana, sementara instruksi kedua arahnya lebih jelas”
      4. dan lain-lain.

1. Peserta didik mendapat konfirmasi dan pertanyaan lanjutan dari guru :

“Berdasarkan materi pengukuran yang telah didapatkan sebelumnya, informasi apa saja yang didapatkan dari kedua instruksi tersebut?”

Jawaban benar :

* Instruksi pertama : pada instruksi “pindah empat langkah” terdapat informasi besarnya adalah empat dan langkah merupakan satuan, namun besaran dan satuan tersebut tidak baku, karena langkah kaki tiap orang berbeda-beda”
* Instruksi kedua : pada instruksi “pindah enam langkah ke depan” terdapat informasi besarnya adalah enam dan langkah merupakan satuan, namun besaran dan satuan tersebut tidak baku, karena langkah kaki tiap orang berbeda-beda, serta ke depan merupakan arah berpindah”

**Materi prasyarat 2 : Trigonometri**

Peserta didik diminta untuk mengerjakan dua kasus trigonometri

1. Peserta didik diminta untuk melengkapi tabel trigonometri berikut.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| sin |  |  |  |  |  |
| cos |  |  |  |  |  |
| tan |  |  |  |  |  |

1. Peserta didik diminta menentukan panjang suatu sisi segitiga siku-siku, jika satu sisi lain dan nilai salah satu sudut diketahui.

“Sebuah tongkat sepanjang 3 meter ditancapkan pada tanah sebagai tiang penyangga utama suatu tenda sederhana. Bagian ujung atas tongkat dipasangkan tali, kemudian ujung tali lainnya diikat dengan pasak dan pasak tersebut ditancapkan ke tanah. Jika sudut yang dibentuk antara tali dan tanah sebesar 30°, tentukanlah jarak pasak dengan tongkat, dan panjang talinya!

Seluruh peserta didik mengerjakan pada kertas. Setelah selesai, kertas dikumpulkan dan perwakilan peserta didik diminta untuk mengerjakan pada papan tulis.

|  |
| --- |
| Bila jawaban peserta didik belum benar, langkah pembelajaran dimulai dari penguatan prasyarat. Bila sudah benar, langkah pembelajaran bisa dimulai dari sub topik ke-1. Bila terdapat keragaman kemampuan, pembelajaran dapat dilakukan melalui:   * + Alternatif 1, kelas dibagi dua kelompok atau lebih, masing-masing mengikuti kegiatan pembelajaran sesuai kemampuan sub-topiknya.   + Alternatif 2, kelas dibagi dua kelompok atau lebih, kelompok yang belum siap diberikan kegiatan tambahan di luar pembelajaran. |

## **Penguatan Pengetahuan Prasyarat – Besaran dan Satuan, dan Trigonometeri**

1. Peserta didik diajak mengingat kembali materi macam-macam besaran.

Macam-macam besaran berdasarkan satuan dan berdasarkan arah.

* Berdasarkan satuan, besaran terdiri atas besaran pokok dan besaran turunan.

Besaran pokok merupakan besaran dasar yang satuannya ditentukan terlebih dahulu dan disepakati secara internasional.

| No. | Besaran Pokok | Satuan dalam SI | Singkatan satuan | Dimensi |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Panjang | Meter | M | **[L]** |
| 2 | Massa | Kilogram | Kg | **[M]** |
| 3 | Waktu | Sekon | S | **[T]** |
| 4 | Suhu | Kelvin | K | **[θ]** |
| S5 | Kuat arus listrik | Ampere | A | **[I]** |
| 6 | Intensitas cahaya | Candela | Cd | **[J]** |
| 7 | Jumlah zat | Mole | Mol | **[N]** |
| 8 | Sudut datar (bidang) | Radian | Rad | **Tanpa**  **dimensi** |
| 9 | Sudut ruang | Steradian | Sterad |

Besaran turunan merupakan besaran yang tersusun dan diturunkan dari besaran pokok.

| No. | Besaran Turunan | Lambang besaran dan persamaan | Singkatan satuan | Dimensi |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Luas | A = p × l | m2 | **[L]2** |
| 2 | Volume | V = p × l × t | m3 | **[L]3** |
| 3 | Massa Jenis | Ρ = m / V | kg/m3 | **[M]/[L]3** |
| 4 | Kecepatan | v = ∆s / ∆t | m/s | **[L]/[T]** |
| 5 | Percepatan | a = ∆v / ∆t | m/s2 | **[L]/[T]2** |
| 6 | Gaya | F = m. a | N | **[M][L]/[T]2** |
| 7 | Usaha | W = F. ∆s | J | **[M][L]2/[T]2** |
| 8 | Daya | P = W / ∆t | W | **[M][L]2/[T]3** |

* Berdasarkan arah, besaran terdiri atas besaran skalar dan besaran vektor.

1. Peserta didik diminta membaca materi pada **buku Fisika SMA/MA Kelas XI PT. Penerbit Erlangga halaman 3 – 4.** Peserta diminta merefleksikan kembali simulasi yang diberikan pada awal pembelajaran, kemudian **bernalar kritis** dalam mengkaitkan informasi yang tersedia pada buku dengan simulasi yang telah dialami.
2. Perwakilan peserta didik mengkomunikasikan gagasannya mengenai simulasi yang telah dilakukan kaitannya dengan informasi yang dibaca pada buku, lalu mendiskusikan dengan peserta didik lainnya tentang perbedaan besaran vektor dan besaran skalar.
3. Peserta didik mengulas kembali pertanyaan kasus matematika trigonometri yang telah diberikan sebelumnya dan mendiskusikan bersama-sama jawaban yang benar dibimbing oleh guru.
4. Seluruh peserta didik menyimpulkan perbedaan besaran vektor dan skalar, serta ulasan materi tentang trigonometri.

## **Sub Topik ke-1 Menggambar Vektor**

**Kriteria Ketercapaian**

1. Mengidentifikasi operasi vektor dengan menggunakan bermacam-macam metode
2. Mengidentifikasi komponen vektor dan vektor satuan

**Uraian Kegiatan**

1. Peserta didik diminta untuk membaca materi penerapan vektor dalam kehidupan sehari-hari pada **buku Fisika SMA/MA Kelas XI PT. Penerbit Erlangga halaman 2.**
2. Peserta didik mengamati langsung contoh gambar dan video penerapan vektor yang ditampilkan oleh guru, misalnya penggunaan GPS pada aplikasi transportasi umum *online* dan istilah vektor pada perangkat lunak desain grafis.
3. Peserta didik mendiskusikan penerapan vektor dalam kehidupan sehari-hari dan menyimpulkan hasil diskusi dan bacaan.
4. Peserta didik menyimak penjelasan dari guru tentang vektor; notasi, cara menuliskan lambang vektor, dan lambang besar vektor, serta cara menggambar vektor. Materi tersedia pada **buku Fisika SMA/MA Kelas XI PT. Penerbit Erlangga halaman 4 - 5.**
5. Peserta didik berlatih secara individu menggambar vektor berdasarkan instruksi yang diberikan guru pada buku latihan masing-masing.

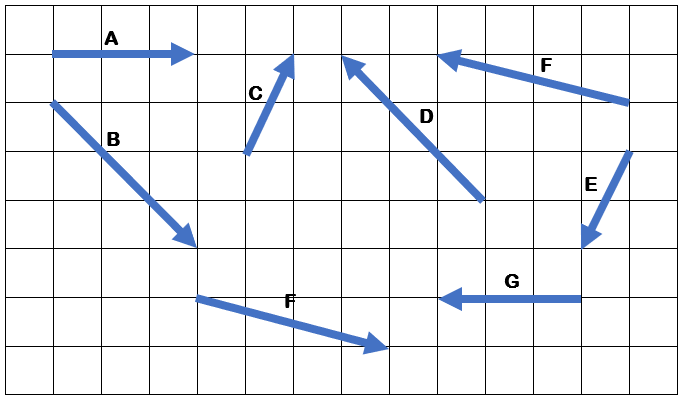
Contoh instruksi :

“Gambarkan vektor untuk suatu partikel yang bergerak dengan kecepatan 5 m/s ke timur. Setiap satu satuan kecepatan digabarkan dengan garis sebesar 1 cm.”

1. Peserta didik berlatih secara individu untuk mengidentifikasi hubungan antara satu vektor dengan vektor lainnya.

Contoh soal :

Jika sisi setiap kotak bernilai 1 cm. Carilah hubungan vektor-vektor pada gambar berikut ini.



1. Peserta didik menyimak penjelasan guru mengenai penjumlahan dan pengurangan vektor metode grafis. Untuk penguatan, peserta didik membaca kembali materi yang telah dijelaskan guru pada **buku Fisika SMA/MA Kelas XI PT. Penerbit Erlangga halaman 4 - 7.**
2. Peserta didik menyimak penjelasan guru mengenai penjumlahan dan pengurangan vektor menggunakan metode jajar genjang secara matematis : rumus kosinus untuk menentukan besar resultan dan rumus sinus untuk menentukan arah vektor. Untuk penguatan, peserta didik membaca kembali materi yang telah dijelaskan guru pada **buku Fisika SMA/MA Kelas XI PT. Penerbit Erlangga halaman 7 - 8.**
3. Peserta didik berlatih secara individu untuk menentukan penjumlahan vektor menggunakan metode grafis, serta metode jajar genjang secara matematis pada **buku Fisika SMA/MA Kelas XI PT. Penerbit Erlangga halaman 9 - 10.**

## **Sub Topik ke-2 Metode Penjumlahan dan Pengurangan Vektor secara Analitis, dan Perkalian Vektor**

**Kriteria Ketercapaian**

1. Mengidentifikasi komponen vektor dan vektor satuan

**Uraian Kegiatan**

1. Peserta didik mengamati hasil pembelajaran pada pertemuan sebelumnya yang ditampilkan oleh guru, diajak **bernalar kritis** mendiskusikan :

* Hal apa saja yang telah didapatkan pada pertemuan sebelumnya terkait vektor?
* Bagaimana penerapan vektor dalam rutinitas kegiatan masyarakat? Seberapa penting kita perlu mempelajari vektor?

1. Peserta didik mengamati contoh gambar maps jarak antara satu lokasi dengan lokasi lainnya yang melalui jalan yang berliku. (Gambar maps yang ditunjukkan merupakan lokasi di sekitar sekolah, sehingga peserta didik familiar dengan wilayah yang ditunjukkan pada maps).
2. Peserta didik diajak **bernalar kritis** dalam mengidentifikasi informasi apa saja yang tersedia pada potongan maps tersebut.
3. Peserta didik diminta untuk **berpikir kreatif** dan **bernalar kritis** menjawab pertanyaan masalah berikut ini :

“Informasi apa yang ditampilkan oleh maps penggguna ketika mencari suatu lokasi? besar perpindahan atau jarak tempuhnya?”

1. Peserta didik melakuan diskusi bersama dan perwakilan peserta didik menyampaikan gagasan **kreatif** mengenai jawaban pertanyaan masalah tersebut.
2. Peserta didik menyimak konfirmasi penjelasan guru bahwa pada vektor-vektor dijumlahkan dan dikurangi baru hanya dengan metode grafis untuk mendapat gambar resultan vektornya, belum mendapatkan kesimpulan besar resultan vektor. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan data pengukuran khusus untuk mendapat kesimpulan besar resultan vektornya.
3. Peserta didik menyimak penjelasan guru mengenai komponen vektor, perkalian vektor, dan vektor satuan. Untuk penguatan, peserta didik membaca kembali materi yang telah dijelaskan guru pada **buku Fisika SMA/MA Kelas XI PT. Penerbit Erlangga halaman 12 - 20.**
4. Peserta didik berlatih secara berkelompok untuk memecahkan kasus komponen vektor, perkalian vektor, dan vektor satuan pada **buku Fisika SMA/MA Kelas XI PT. Penerbit Erlangga halaman 17 – 18, dan 21 - 22.**
5. Peserta didik mendiskusikan dan membahas jawaban yang tepat dengan bimbingan guru.

## **Sub Topik ke-3 Praktikum Vektor Gaya dan Asesmen Akhir Pembelajaran**

**Kriteria Ketercapaian**

1. Menggunakan alat untuk menentukan resultan vektor yang melalui satu titik tangkap
2. Menyajikan hasil pengukuran dan melakukan pengolahan data dengan menggunakan aturan angka penting serta notasi ilmiah
3. Mengomunikasikan hasil percobaan secara lisan maupun tertulis

**Uraian Kegiatan Praktikum (3 JP)**

1. Peserta didik bersama-sama mendiskusikan ulasan materi pembelajaran pada pertemuan sebelumnya
2. Peserta didik mendengarkan pengarahan praktikum yang dijelaskan oleh guru. Lembar praktikum yang dilakukan tersedia pada **buku Fisika SMA/MA Kelas XI PT. Penerbit Erlangga halaman 10 – 11, dan 22 - 23.**
3. Peserta didik mengkondisikan dirinya berkelompok menuju laboratorium fisika
4. Peserta didik **bergotong royong** mempersiapkan alat dan bahan, serta mengatur alat sesuai dengan skema yang tercantum pada panduan praktikum **buku Fisika SMA/MA Kelas XI PT. Penerbit Erlangga halaman 10 – 11, dan 22 - 23.**
5. Peserta didik melakukan pengukuran dan mencatat hasil pengukuran.
6. Peserta didik mengolah hasil pengukuran.
7. Peserta didik membuat kesimpulan dari hasil pengolahan data yang dilakukan.
8. Perwakilan peserta didik dari setiap kelompok membagikan hasil kesimpulan yang didapatkan dari kegiatan praktikum yang dilakukan.
9. Dengan dibimbing oleh guru, peserta didik menyimpulkan hal-hal yang didapatkan pada pertemuan ini.

**Uraian Kegiatan Asesmen Akhir Pembelajaran (2 JP)**

Guru memilih soal yang mewakili kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan dari latihan soal akhir bab pada **buku Fisika SMA/MA Kelas XI PT. Penerbit Erlangga halaman 10 – 11, dan 25 - 34.**

1. Peserta didik mengerjakan soal yang telah diberikan oleh guru.
2. Peserta didik mengisi lembar refleksi pengerjaan soal.

## **Penugasan**

Penilaian pada materi vektor adalah sebagai berikut.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sub Topik dan Ketercapaian** | **Individu / Berkelompok** | **Penugasan** |
| **Asesmen Awal** | Individu | Soal uji kemampuan prasyarat |
| **Sub Topik ke-1 Menggambar Vektor**  1. Mengidentifikasi operasi vektor dengan menggunakan bermacam-macam metode 2. Mengidentifikasi komponen vektor dan vektor satuan | Individu | * + - 1. Instruksi menggambar vektor       2. Soal mengidentifikasi lembar kerja terlampir       3. **Buku Fisika SMA/MA Kelas XI PT. Penerbit Erlangga halaman 4 – 5 dan halaman 9 – 10** |
| **Sub Topik ke-2 Metode Penjumlahan dan Pengurangan Vektor secara Analitis, dan Perkalian Vektor**  1. Mengidentifikasi komponen vektor dan vektor satuan | Individu | **Buku Fisika SMA/MA Kelas XI PT. Penerbit Erlangga halaman 17 – 18, dan 21 - 22.** |
| **Sub Topik ke-3 Praktikum Vektor Gaya** Menggunakan alat untuk menentukan resultan vektor yang melalui satu titik tangkap  1. Menyajikan hasil pengukuran dan melakukan pengolahan data dengan menggunakan aturan angka penting serta notasi ilmiah 2. Mengomunikasikan hasil percobaan secara lisan maupun tertulis | Individu | **Laporan praktikum individu (Format laporan/lembar kerja tersedia pada buku Fisika SMA/MA Kelas XI PT. Penerbit Erlangga halaman 10 – 11, dan 22 – 23)** |
| **Asesmen Akhir Pembelajaran** | Individu | **Soal pilihan dan/atau modifikasi guru bersumber dari** pada **buku Fisika SMA/MA Kelas XI PT. Penerbit Erlangga halaman 10 – 11, dan 25 - 34** |

# ASESMEN PEMBELAJARAN

1. **Asesmen Proses: penilaian sikap, unjuk kerja, portofolio**

**Rubrik Pengamatan Sikap sesuai Profil Pelajar Pancasila**

| No. Sikap | Dimensi Profil | Indikator |
| --- | --- | --- |
| 1 | Bergotong royong | Bekerja sama |
| Berkomunikasi positif |
| Tanggap terhadap keadaan |
| Mau berbagi hal-hal positif |
| 2 | Bernalar Kritis | Mengajukan pertanyaan |
| Mengidentifikasi atau mengklarifikasi informasi atau gagasan |
| Mengolah informasi dan gagasan |
| Merefleksi pemikirannya sendiri |
| 3 | Kreatif | Memperkaya gagasan yang ada |
| Menghasilkan karya atau tindakan yang mengandung kebaruan |
| Luwes dalam berpikir |
| Mencari alternatif solusi |

Catatan: Pengamatan sikap ini terintegrasi dalam setiap pembelajaran agar dapat terus dilatihkan dan dikembangkan

**Rubrik Penilaian Unjuk Kerja**

| **Aspek** | **Skor** | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **1 poin** | **2 poin** | **3 poin** |
| **Presentasi** | Mempresentasikan hasil kerja dengan benar, namun hanya membaca hasil kerja tanpa dijelaskan dan kurang percaya diri. | Mempresentasikan hasil kerja dengan benar, hasil kerja dijelaskan dengan baik, namun disampaikan kurang percaya diri. | Mempresentasikan hasil praktik dengan benar, hasil kerja dijelaskan dengan baik, dan disampaikan secara percaya diri. |
| **Aktivitas** | Kurang terlibat aktif dalam pengerjaan tugas | Cukup terlibat aktif dalam pengerjaan tugas | Terlibat aktif dalam pengerjaan tugas |
| **Penggunaan alat dan bahan** | Melakukan setidaknya satu hal dari : Menyiapkan, atau menggunakan, atau membereskan alat dan bahan | Melakukan dengan baik setidaknya dua hal : Menyiapkan atau menggunakan atau membereskan alat dan bahan | Menyiapkan, menggunakan, dan membereskan alat dan bahan dengan baik |

**Rubrik Penilaian Portofolio**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Aspek** | **Skor** | | |
| **1 poin** | **2 poin** | **3 poin** |
| **Kualitas pengerjaan** | Melakukan setidaknya satu hal dari:  Pengerjaan lengkap, pengisian benar, dikumpulkan tepat waktu | Melakukan setidaknya dua hal dari: Pengerjaan lengkap, pengisian benar, dikumpulkan tepat waktu | Pengerjaan lengkap, pengisian benar, dikumpulkan tepat waktu |
| **Tulisan refleksi** | Refleksi mencakup satu dari: konsep yang dipelajari, kemampuan yang dikuasai, proses yang dilalui, dan pandangan pribadi | Refleksi mencakup dua dari: konsep yang dipelajari, kemampuan yang dikuasai, proses yang dilalui, dan pandangan pribadi | Refleksi mencakup minimal tiga dari: konsep yang dipelajari, kemampuan yang dikuasai, proses yang dilalui, dan pandangan pribadi |

1. **Asesmen Akhir berdasar Laporan Tugas Mandiri**

| Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran | Tercapai (√) | Keterangan |
| --- | --- | --- |
| 1. Menjelaskan makna besaran (pokok dan turunan), satuan, dan dimensi. |  |  |
| 1. Mengidentifikasi alat ukur yang sesuai dengan besaran dan objek yang diukur. |  |  |
| 1. Mempraktikkan pengukuran dengan benar, aman, dan menentukan hasil dengan tepat pada pengukuran panjang, waktu, temperatur, massa, sudut, dan arus listrik beserta nilai ketidakpastian pengukuran tunggalnya. |  |  |
| 1. Mengomunikasikan hasil percobaan pengukuran (panjang, waktu, temperatur, massa, sudut, dan arus listrik) atau hasil studi kasus tentang ketidaktepatan pengukuran dan akibatnya |  |  |
| 1. Menunjukkan sikap semangat integritas, penghargaan terhadap waktu dan alam sekitar, serta partisipasi dalam kegiatan bernalar kritis, kreatif, dan gotong royong dari proses serta hasil belajar tentang pengukuran |  |  |

1. **Asesmen Sumatif**

Untuk asesmen sumatif, dikembangkan indikator yang sesuai dengan ketercapaian tujuan pembelajaran.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No. | Indikator ketercapaian tujuan pembelajaran | Nomor soal dan halaman |
|  | Disajikan gambar tiga vektor, peserta didik dapat menentukan koordinat dari resultan vektor dengan metode poligon | Soal nomor 1 halaman 25 |
|  | Disajikan gambar dua vektor dengan besar dan arah tertentu, peserta didik dapat menentukan resultan vektor dengan metode analitik | Soal nomor 6 halaman 25 |
|  | Disajikan gambar tiga vektor, peserta didik dapat memilih diagram resultan vektor. | Soal nomor 13 halaman 26 |
|  | Disajikan deskripsi tentang dua vektor, peserta didik dapat menentukan arah resultan kedua vektor tersebut. | Soal nomor 21 halaman 28 |
|  | Disajikan dua vektor, peserta didik dapat menentukan sudut yang diapit dua vektor | Soal nomor 25 halaman 28 |