**MODUL AJAR**

**PENGUKURAN DALAM KEGIATAN KERJA ILMIAH**

|  |
| --- |
| **INFORMASI UMUM** |

**I. IDENTITAS MODUL**

**Nama Penyusun : Wisnu Nandyansah, S.Pd.**

**Satuan Pendidikan : SMA Shafta Surabaya**

**Kelas : X (Sepuluh)**

**Mata Pelajaran : IPA (FISIKA)**

**Prediksi Alokasi Waktu : 2 JP (45 x2)**

**Tahun Penyusunan : 2024 - 2025**

**Fase : E**

**II. KOMPETENSI AWAL**

Pada Fase D, Peserta didik telah mempelajari hakikat ilmu sains dan metode ilmiah. Di dalamnya terdapat pengetahuan tentang pengukuran, yaitu :

1. Mengenal besaran dan satuan dalam pengukuran

2. Memilih alat ukur yang tepat digunakan dalam percobaan :

• Panjang : penggaris

• Volume : gelas ukur

• Suhu : termometer

• Waktu : stopwatch

3. Melakukan pengukuran dan membaca skala dengan benar

4. Mengevaluasi teknik pengukuran

**III. PROFIL PELAJAR PANCASILA**

Bergotong royong dan bernalar kritis.

**IV. SARANA DAN PRASARANA**

Modul, Alat ukur mistar, jangka sorong, mikrometer skrup, neraca, gelas ukur, uang logam, balok logam, air, projector, LKPD

**V. TARGET PESERTA DIDIK**

Peserta didik reguler/tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.

**VI. MODEL PEMBELAJARAN**

*Blended learning* melalui model pembelajaran dengan menggunakan *Project Based Learning* (PBL) terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi berbasis *Social Emotional Learning* (SEL).

|  |
| --- |
| **KOMPONEN INTI** |

**I. TUJUAN PEMBELAJARAN**

Setelah mempelajari bab 1 tentang pengukuran dalam kegiatan kerja ilmiah, peserta didik diharapkan dapat:

* Mengklasifikasikan macam-macam alat ukur berdasarkan besaran yang diukur,
* Mengukur dengan menggunakan alat ukur yang sesuai,
* Melakukan pengolahan data hasil pengukuran dengan menggunakan aturan angka penting,
* Menuliskan hasil pengukuran dengan menggunakan aturan penulisan notasi ilmiah,
* Menentukan nilai ketidakpastian pada pengukuran berulang, dan
* Merancang percobaan untuk menyelidiki suatu kasus terkait pengukuran.

**II. PEMAHAMAN BERMAKNA**

Pengukuran merupakan dasar pengetahuan dan keterampilan dari segala kegiatan ilmiah pada berbagai bidang keilmuan, khususnya IPA. Pengukuran yang benar sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. kesalahan dan ketidak mampuan menggunakan alatukur dengan benar akan berdampak fatal.

**III. PERTANYAAN PEMANTIK**

Sebutkan beberapa alat ukur dan fungsinya yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari ?

**IV. KEGIATAN PEMBELAJARAN**

**PERTEMUAN KE-1**

**Subbab: 1.1. Macam-macam Alat Ukur**

**Kegiatan Pendahuluan (10 Menit)**

* Doa; absensi; menyampaikan tujuan pembelajaran; dan menyampaikan penilaian hasil pembelajaran
* Memotivasi siswa untuk tercapainya kompetensi dan karakter yang sesuai dengan ***Profil Pelajar Pancasila*;** yaitu 1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia, 2) mandiri, 3) bernalar kritis, 4) kreatif, 5) bergotong royong, dan 6) berkebinekaan global, yang merupakan salah satu kriteria standar kelulusan dalam satuan pendidikan.

**Kegiatan Inti (90 Menit)**

Konstruksi Pengetahuan

* Ajaklah peserta didik diminta untuk mengamati beberapa contoh alat-alat ukur yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari pada Gambar 1.3. Berikan penjelasan bahwa masih banyak alat-alat ukur lainnya yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.
* Arahkan peserta didik untuk menyebutkan macam-macam alat ukur yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari beserta fungsinya pada Aktivitas 1.1.
* Arahkan peserta didik untuk mengkritisi hal-hal apa saja yang membedakan alat-alat ukur tersebut dan menyampaikan jawabannya secara lisan.
* Arahkan peserta didik untuk melakukan aktivitas kecil tentang komponen pengukuran yang tersedia pada Subbab 1.2 Besaran, Satuan, dan Dimensi.
* Berilah kesempatan pada peserta didik untuk membaca Subbab 1.2 Besaran, Satuan, dan Dimensi.
* Ulang kembali pertanyaan tentang hal-hal apa saja yang membedakan alat-alat ukur tersebut.
* Beri konfirmasi bahwa tiap alat ukur memiliki besaran, satuan, dan dimensi yang berbeda.

Aplikasi Konsep

* Tuntunlah peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 1.2 bersama-sama dalam kelompok diskusi kecil beranggotakan dua sampai tiga orang.
* Arahkan peserta didik untuk membuat dan mengisi tabel soal nomor 1 pada buku latihan masing-masing terlebih dahulu. Berikan batasan waktu pengerjaan yang disesuaikan dengan kondisi peserta didik di kelas tersebut.
* Setelah peserta didik selesai mengerjakan, arahkan peserta didik untuk menemukan alat ukur yang mengukur besaran dengan dimensi yang sama.
* Arahkan peserta didik untuk menjawab pertanyaan nomor 2.
* Untuk menjawab pertanyaan nomor 2, mintalah peserta didik untuk menuliskan pendapat pada buku latihan masing-masing mengapa ada dua alat ukur berbeda yang mengukur dimensi yang sama. Berikan batasan waktu pengerjaan yang disesuaikan dengan kondisi peserta didik di kelas tersebut.
* Berikan kesempatan pada peserta didik untuk menyampaikan jawaban nomor 2. Setelah itu, jelaskan bahwa peserta didik akan bersama-sama mencoba membandingkan beberapa alat ukur yang memiliki besaran yang sama pada pertemuan berikutnya.

**Kegiatan Penutup (10 Menit)**

* Siswa dan guru menyimpulkan pembelajaran hari ini.
* Refleksi pencapaian siswa/formatif asesmen, dan refleksi guru untuk mengetahui ketercapaian proses pembelajaran dan perbaikan.
* Menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya.
* Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa.

**PERTEMUAN KE-2**

**Subbab: 1.2. Besaran, Satuan, dan Dimensi**

**Kegiatan Pendahuluan (10 Menit)**

* Doa; absensi; menyampaikan tujuan pembelajaran; dan menyampaikan penilaian hasil pembelajaran
* Memotivasi siswa untuk tercapainya kompetensi dan karakter yang sesuai dengan ***Profil Pelajar Pancasila*;** yaitu 1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia, 2) mandiri, 3) bernalar kritis, 4) kreatif, 5) bergotong royong, dan 6) berkebinekaan global, yang merupakan salah satu kriteria standar kelulusan dalam satuan pendidikan.

**Kegiatan Inti (90 Menit)**

Konstruksi Pengetahuan

* Arahkan peserta didik bahwa sebelum memilih alat ukur mana yang cocok digunakan mengukur baut dan mur, peserta didik perlu memahami terlebih dahulu informasi mengenai alat ukurnya; komponen-komponennya dan cara menggunakannya.
* Arahkan peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 1.3.
* Berikan kesempatan peserta didik untuk mendiskusikan hasil pekerjaannya pada Aktivitas 1.3 bersama-sama.
* Berikan konfirmasi jawaban dari proses diskusi.

Aplikasi Konsep

* Bagilah siswa dalam beberapa kelompok (menyesuaikan jumlah jangka sorong dan mikrometer sekrup yang dimiliki).
* Arahkan peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 1.4. Berikan batasan waktu pengerjaan yang disesuaikan dengan kondisi peserta didik di kelas tersebut.
* Minta salah satu kelompok untuk mempresentasikan pengalaman yang didapatkan dari pengerjaan Aktivitas 1.4, sementara kelompok lainnya diminta untuk memberi tanggapan.
* Beri konfirmasi bahwa ukuran dan bentuk dari objek yang diukur menjadi dasar pertimbangan alat ukur mana yang akan digunakan.

**Kegiatan Penutup (10 Menit)**

* Siswa dan guru menyimpulkan pembelajaran hari ini.
* Refleksi pencapaian siswa/formatif asesmen, dan refleksi guru untuk mengetahui ketercapaian proses pembelajaran dan perbaikan.
* Menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya.
* Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa.

**PERTEMUAN KE-3**

**Subbab: 1.3. Aturan Angka Penting dan Notasi Ilmiah**

**Kegiatan Pendahuluan (10 Menit)**

* Doa; absensi; menyampaikan tujuan pembelajaran; dan menyampaikan penilaian hasil pembelajaran
* Memotivasi siswa untuk tercapainya kompetensi dan karakter yang sesuai dengan ***Profil Pelajar Pancasila*;** yaitu 1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia, 2) mandiri, 3) bernalar kritis, 4) kreatif, 5) bergotong royong, dan 6) berkebinekaan global, yang merupakan salah satu kriteria standar kelulusan dalam satuan pendidikan.

**Kegiatan Inti (90 Menit)**

Konstruksi Pengetahuan

* Arahkan peserta didik untuk membaca materi Subbab 1.3 terlebih dahulu.
* Tekankan bahwa tidak boleh sembarangan dalam melakukan pembulatan angka hasil pengolahan data. Serangkaian aturan pembulatan angka hasil pengolahan data tersebut disebut dengan istilah aturan angka penting.

Aplikasi Konsep

* Arahkan peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 1.5 dalam kelompok diskusi kecil beranggotakan dua sampai tiga orang. Berikan batasan waktu pengerjaan yang disesuaikan dengan kondisi peserta didik di kelas tersebut.
* Minta salah beberapa kelompok untuk mempresentasikan hasil pengerjaan Aktivitas 1.5, sementara kelompok lainnya diminta untuk memberi tanggapan.

**Kegiatan Penutup (10 Menit)**

* Siswa dan guru menyimpulkan pembelajaran hari ini.
* Refleksi pencapaian siswa/formatif asesmen, dan refleksi guru untuk mengetahui ketercapaian proses pembelajaran dan perbaikan.
* Menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya.
* Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa.

**PERTEMUAN KE-4**

**Subbab: 1.4. Nilai Ketidakpastian pada Pengukuran Berulang**

**Kegiatan Pendahuluan (10 Menit)**

* Doa; absensi; menyampaikan tujuan pembelajaran; dan menyampaikan penilaian hasil pembelajaran
* Memotivasi siswa untuk tercapainya kompetensi dan karakter yang sesuai dengan ***Profil Pelajar Pancasila*;** yaitu 1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia, 2) mandiri, 3) bernalar kritis, 4) kreatif, 5) bergotong royong, dan 6) berkebinekaan global, yang merupakan salah satu kriteria standar kelulusan dalam satuan pendidikan.

**Kegiatan Inti (90 Menit)**

Konstruksi Pengetahuan

* Arahkan peserta didik untuk membaca materi Subbab 1.4 terlebih dahulu.
* Tekankan bahwa pengukuran yang dilakukan berulang kali atau menghasilkan banyak data menjadi salah satu cara untuk meminimalisir nilai ketidakpastian.
* Minta peserta didik untuk mencermati langkah-langkah pengolahan data pada kegiatan pengukuran berulang.

Aplikasi Konsep

* Tuntun peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 1.7 dalam beberapa kelompok. Jumlah anggota dan jumlah kelompok menyesuaikan kondisi ketersediaan alat praktikum di laboratorium sekolah. Berikan batasan waktu pengerjaan yang disesuaikan dengan kondisi peserta didik di kelas tersebut.
* Demonstrasikan cara pengambilan data: volume baut dapat diukur dengan menggunakan gelas berukuran yang diisi air, ketika baut dimasukkan terdapat kenaikan permukaan air, perubahan volume tersebut merupakan volume baut; dan cara mengukur massa baut. Setelah itu, peserta didik mengisi pertanyaan-pertanyaan yang tersedia.
* Berikan arahan pada peserta didik dalam membuat laporan praktikum.

**Kegiatan Penutup (10 Menit)**

* Siswa dan guru menyimpulkan pembelajaran hari ini.
* Refleksi pencapaian siswa/formatif asesmen, dan refleksi guru untuk mengetahui ketercapaian proses pembelajaran dan perbaikan.
* Menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya.
* Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa.

**V. ASESMEN/PENILAIAN**

Jenis penilaian yang dianjurkan pada guru

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Jenis** | **Bentuk** | **Teknik** |
| Pengetahuan | Tes | Aktivitas 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, dan 1.6. Ayo Cek Pemahaman |
| Non Tes | Aktivitas 1.4 dan 1.7 |
| Keterampilan | Non Tes | Proyek |
| Sikap | Non tes | Observasi |

Contoh Rubrik Penilaian Praktikum

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Aspek** | **Keterangan** | **Skor** |
| 1 | Perencanaan. Menjawab sebelas pertanyaan arahan dari guru. | 9–11 jawaban tepat | 4 |
| 6-8 jawaban tepat | 3 |
| 3-5 jawaban tepat | 2 |
| 1-2 jawaban tepat | 1 |
| 2 | Proses pelaksanaan proyek.* Kelengkapan alat dan bahan.
* Kerapian dalam pelaksanaan.
* Penggunaan alat ukur yang tepat.
* Kerjasama kelompok.
 | 4 poin terpenuhi | 4 |
| 3 poin terpenuhi | 3 |
| 2 poin terpenuhi | 2 |
| 1 poin terpenuhi | 1 |
| 3 | Laporan praktikum. Kelengkapan laporan, Terdapat sembilan bagian yang dilaporkan. | 8–9 bagian | 4 |
| 6-7 bagian | 3 |
| 3-5 bagian | 2 |
| 1-2 bagian | 1 |
| 4 | Presentasi* Penggunaan bahasa yang baik dan benar.
* Penyampaiannya mudah dipahami.
* Penggunaan media yang menarik.
* Kekompakan tim.
 | 4 poin terpenuhi | 4 |
| 3 poin terpenuhi | 3 |
| 2 poin terpenuhi | 2 |
| 1 poin terpenuhi | 1 |

Nilai Akhir

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nilai akhir = | (skor yang diraih) | × 25 |
| 4 |

**VI. PENGAYAAN DAN REMEDIAL**

**Pengayaan**

Bagaimana pengukuran dapat bermanfaat pada bidang kimia dan biologi? Cobalah lakukan aktivitas pengukuran yang dilakukan pada bidang biologi dan kimia berikut:

A. Bagaimana penerapan pengukuran dalam konteks ilmu biologi?

B. Bagaimana penerapan pengukuran dalam konteks ilmu kimia?

**Remedial**

 Remedial yang disusun disesuaikan dengan tujuan pembelajaran yang belum tuntas pada masing-masing peserta didik. Remedial dapat dilakukan dengan pemberian tugas atau pembelajaran ulang yang diakhiri dengan tes.

**VII. REFLEKSI GURU DAN PESERTA DIDIK**

**Refleksi Guru:**

Guru disarankan untuk membuat catatan mengenai hal-hal yang menjadi kendala selama proses pembelajaran, miskonsepsi yang terjadi, hal-hal yang perlu dikembangkan kembali dalam proses pembelajaran mengenai Bab 1 tentang pengukuran, sehingga kendala tersebut dapat teratasi dan kekurangankekurangan

yang ada dapat diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya

**Refleksi Peserta Didik:**

Setelah Kalian mempelajari bab pengukuran. Peranan, manfaat, atau pembelajaran apa yang dapat diambil? Tuliskan pada buku latihan Kalian.

|  |
| --- |
| **LAMPIRAN- LAMPIRAN** |

***Lampiran 1***

**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)**

**Ayo Bandingkan**

1. Kalian akan mengukur satu benda yang sama, dengan menggunakan tiga alat ukur yang berbeda. Menurut pendapat Kalian, apakah hasil pengukurannya akan sama atau berbeda? Jelaskanlah alasannya.

2. Salinlah dan isi tabel dengan hasil pengukuran ketiga alat tersebut pada buku latihan Kalian.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Besaran Benda yang Diukur** | **Mikrometer Sekrup** | **Jangka Sorong** | **Penggaris** |
| 1 | Diameter Dalam Tutup Botol |  |  |  |
| 2 | Diameter Luar Tutup Botol |  |  |  |
| 3 | Panjang Botol |  |  |  |
| 4 | Tebal Buku Tulis |  |  |  |
| 5 | Lebar Buku Tulis |  |  |  |
| 6 | Panjang Buku Tulis |  |  |  |

3. Berdasarkan aktivitas yang dilakukan, adakah besaran yang diukur dengan alat ukur yang tidak sesuai? Besaran apa saja yang diukur dengan alat ukur yang tidak sesuai? Jelaskan mengapa alat ukurnya tidak sesuai?

4. Berdasarkan hasil perbandingan hasil pengukuran yang Kalian dapatkan, alat ukur apa yang cocok dan tidak cocok untuk mengukur diameter baut? Seberapa teliti pengukurannya? Jelaskan alasannya.

**Menentukan Massa Jenis Material Baut**

Pada Gambar 1.1, Kalian telah membaca ulasan berita mengenai kecelakaan akibat patahnya baut ban truk. Baut yang dipakaikan pada ban truk yang selalu mengangkut muatan berat, haruslah merupakan baut yang tidak mudah patah, tidak mudah berkarat, dan tidak mudah memuai.

****

**Ayo Praktekkan**

1. Carilah informasi material yang digunakan pada baut ban beserta massa jenisnya

Baut yang bisa direkomendasikan untuk digunakan pada ban truk adalah ...................................

Coba amati Gambar 1.11., terdapat beragam baut yang ditampilkan dalam berbagai warna. Warna tersebut menunjukkan jenis material bautnya. Terdapat macam-macam jenis baut yang memiliki warna berbeda dalam beragam ukuran. Baut yang berkualitas tentu memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi dibandingkan baut dengan kualitas biasa, sehingga terdapat kemungkinan untuk adanya pemalsuan. Kali ini

Kalian akan berlatih bagaimana cara mengetahui material baut.

Kalian perlu menyediakan tiga sampel baut berbeda warna dan ukuran.

Untuk memastikan jenis materialnya, Kalian dapat melakukan percobaan sederhana. Ikutilah langkah-langkah berikut ini.

**Observasi**

2. Amatilah Gambar 1.11. Berdasarkan pengamatan Kalian pada baut,

Besaran turunan fisika apa yang dapat digunakan untuk mengetahui jenis baut? Cari tahu persamaan besaran turunan yang dapat digunakan untuk mengetahui jenis baut tersebut.

3. Untuk mendapatkan besaran fisika yang disebutkan pada nomor 1, besaran-besaran apa saja yang harus diukur?

4. Dengan mempertimbangkan wujud baut tersebut, alat ukur apa yang dapat digunakan untuk mengukur besaran-besaran yang disebutkan pada nomor 2? Jelaskan bagaimana Kalian mengukurnya?

(Kalian dapat memilih alat ukur yang ada pada tabel pada Aktivitas 1.2 sebagai referensi)

**Klasifikasi**

Dalam praktikum ini, Kalian perlu mengetahui hubungan sebab-akibat yang terjadi ketika Kalian memberikan perlakuan kepada ketiga baut.

Hubungan sebab akibat itu biasa disebut dengan variabel.

5. Apa yang diubah-ubah (variabel bebas) pada praktikum ini?

6. Dalam praktikum, terdapat besaran yang nilainya harus sama ketika pengukuran dilakukan pada ketiga baut tersebut (variabel kontrol).

Besaran apakah itu?

**Interpretasi**

7. Besaran apa saja yang ikut berubah karena adanya variabel bebas?

(Besaran ini kemudian kita sebut sebagai variabel terikat).

**Hipotesis**

8. Bagaimana hubungan antara variabel bebas dan variabel bebas tersebut? (dengan hubungan kesebandingan: berbanding lurus dan berbanding terbalik).

9. Prediksikan pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat pada praktikum ini.

**Merencanakan Eksperimen**

10. Variabel apa saja yang diamati untuk membuktikan hipotesismu?

11. Jika ketiga jenis baut berbeda, tentukanlah variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol dalam praktikum ini.

**Memproses dan Menganalisis Informasi**

Sistematika Penulisan Laporan Praktikum

I. Judul Praktikum : ………...............................………..………..

II. Tujuan Praktikum : ……...............................…………………………..

III. Pendahuluan

* Paragraf pertama berisi deskripsi kasus tentang menentukan jenis material baut.
* Paragraf kedua berisi penjelasan singkat mengenai massa jenis.

IV. Alat dan Bahan

V. Prosedur Praktikum

VI. Tabel Pengamatan

Buatlah tabel berikut sebanyak tiga tabel untuk tiga jenis baut yang berbeda.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Jenis Baut** | **Massa Baut****(gr)** | **Volume awal air****(mL)** | **Volume akhir air****(mL)** |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |

VII. Tabel Pengolahan Data

Buatlah format tabel berikut sebanyak tiga tabel untuk tiga jenis baut yang berbeda. Gunakan kalkulator saintifik untuk mengolah data.

Jenis Baut : …………………………..

****

Nilai ketidakpastian pengukuran berulang

****

Banyaknya data (*N*) = 5

Nilai ketidakpastian pengukuran berulang

****

Hasil pengukuran=

VIII. Analisis Data

1. Carilah informasi/tabel nilai massa jenis berbagai macam bahan.

2. Bandingkan dengan nilai massa jenis hasil pengolahan data yang Kalian dapatkan. Apakah nilai massa jenis hasil pengolahan data sama atau mendekati atau berbeda jauh dengan nilai massa jenis yang Kalian cari pada tabel? Jelaskan mengapa demikian?

3. Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan perbedaan nilai pengukuran dengan nilai yang sudah ada?

4. Periksalah apakah hipotesis Kalian buat terbukti?

IX. Kesimpulan

Baut mana yang sebaiknya digunakan untuk ban truk?

***Lampiran 2***

**BAHAN BACAAN GURU DAN PESERTA DIDIK**

**MACAM-MACAM ALAT UKUR**

Coba Kalian amati Gambar 1.3. Tentu Kalian tidak asing bukan dengan aktivitas tersebut? Apapun bidang pekerjaannya, aktivitas yang dilakukan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari tidak lepas dari kegiatan pengukuran, sehingga penting bagi Kalian untuk dapat memahami tentang prinsip-prinsip pengukuran.

**  **

Kegiatan pengukuran yang dilakukan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari

**BESARAN, SATUAN, DAN DIMENSI**

Tentu Kalian sudah terbiasa melakukan pengukuran dengan menggunakan penggaris dalam aktivitas belajar yang

Kalian lakukan.

Bacalah hasil pengukuran pada ilustrasi Gambar 1.5. Tuliskanlah hasil pengukurannya!

****

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, tuliskanlah dua komponen dari hasil pengukurannya!

**1.2.1. Besaran**

“Besar” yang didapatkan dari pengukuran kaitannya adalah dengan besaran. Pada Gambar 1.5, sesuatu yang diukur itu adalah panjang. Besaran merupakan sesuatu yang akan diukur.

Besaran terdiri atas dua kelompok besaran, yaitu besaran pokok dan besaran turunan. Besaran pokok merupakan besaran dasar yang satuannya sudah ditetapkan. Besaran turunan merupakan besaran yang satuannya tersusun dari beberapa satuan besaran pokok.

**1.2.2. Sistem Satuan**

Satuan merupakan ukuran yang menjadi acuan dari suatu besaran. Terdapat beberapa sistem satuan yang digunakan di dunia, seperti sistem FPS *(feet, pound, sekon*), CGS (*centimeter, gram, sekon*), dan MKS (*meter, kilogram, sekon)*. Beberapa negara memiliki kebiasaannya masing-masing dalam penggunaan sistem satuan. Oleh karena itu, masyarakat ilmiah bersama-sama membuat kesepakatan tentang satu sistem satuan baku yang resmi digunakan secara universal. Satuan tersebut adalah Satuan Internasional, dalam bahasa aslinya *Systeme International D’ Unites*, atau biasa disingkat dengan SI. Kalian dapat melihat beberapa contoh satuan SI dari besaran pokok pada Tabel 1.1 dan besaran turunan pada Tabel 1.2.

Tabel 1.1. Besaran, Satuan SI, dan Dimensi dari Besaran-Besaran Pokok



Tabel 1.2. Besaran, Satuan SI, dan Dimensi dari Beberapa Besaran Turunan



**1.2.3. Dimensi**

Dimensi merupakan cara suatu besaran turunan disusun berdasarkan besaran pokoknya. Suatu besaran turunan dapat dinyatakan dalam susunan beberapa besaran pokok yang dapat diketahui dengan cara melakukan analisis dimensi. Dimensi dari besaran pokok berupa lambang yang ditulis dengan kurung siku dan huruf kapital tertentu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.1.

**A. Jangka Sorong**

1. Komponen-komponen pada jangka sorong

****

2. Nilai skala terkecil pada alat ukur

Perhatikan kembali Gambar 1.6, pada alat ukur jangka sorong terdapat dua skala. Skala yang letaknya di atas (komponen nomor 4) disebut skala utama. Skala utama merupakan skala yang bernilai cm pada alat ukur tersebut. Sementara skala yang letaknya di bawah (komponen nomor 6) disebut skala nonius. Skala nonius merupakan skala mm.

Kalian sudah mengetahui perbedaan skala utama dan skala nonius, amatilah jangka sorong pada Gambar 1.6, kemudian tentukanlah nilai skala terkecil dari skala utama dan skala nonius



3. Nilai ketidakpastian untuk sekali pengukuran

Karena adanya kemungkinan terjadinya ketidaktelitian, maka terdapat nilai yang menyatakan kemungkinan *error* dari pengukuran, yaitu nilai ketidakpastian. Nilai ketidakpastian untuk sekali pengukuran dapat ditentukan dengan cara:



Untuk alat ukur yang memiliki skala nonius, ketidakpastiannya adalah skala terkecil noniusnya.

Tentukanlah nilai ketidakpastian untuk pengukuran tunggal menggunakan jangka sorong.

4. Cara mengukur menggunakan jangka sorong

Tuliskanlah langkah-langkah untuk mengukur benda dan cara membaca hasil pengukuran jangka sorong.

5. Membaca pengukuran

Perhatikan Gambar 1.7 di samping. Diameter sebuah benda diukur dengan menggunakan jangka sorong.

 

6. Menuliskan hasil pengukuran

Cara penulisan hasil pengukuran beserta nilai ketidakpastian dari sebuah pengukuran adalah sebagai berikut.



**B. Mikrometer Sekrup**

1. Komponen-komponen yang ada pada mikrometer sekrup (lihat Gambar 1.8).

Tuliskanlah nama komponenkomponen mikrometer sekrup beserta fungsinya!



2. Nilai skala terkecil pada alat ukur.

Perhatikan kembali Gambar 1.7, pada alat ukur mikrometer sekrup terdapat dua skala. Skala yang letaknya di kiri dan arah pembacaan skalanya horizontal (komponen nomor 5) disebut skala utama. Skala utama merupakan skala yang bernilai 1 mm pada alat ukur tersebut.

Sementara di kanan dan arah pembacaan skalanya vertikal (komponen nomor 6) disebut skala nonius. Skala nonius merupakan skala yang bernilai 0,01 mm.

Kalian sudah mengetahui perbedaan skala utama dan skala nonius, amatilah jangka sorong pada Gambar 1.6, kemudian tentukanlah nilai skala terkecil dari skala utama dan skala nonius



3. Nilai ketidakpastian untuk sekali pengukuran

Karena adanya kemungkinan terjadinya ketidaktelitian, maka terdapat nilai yang menyatakan kemungkinan error dari pengukuran, yaitu nilai ketidakpastian. Nilai ketidakpastian untuk sekali pengukuran dapat ditentukan sama seperti jangka sorong.

Tentukanlah nilai ketidakpastian untuk pengukuran tunggal menggunakan mikrometer sekrup.

4. Cara mengukur menggunakan mikrometer sekrup.

Tuliskanlah langkah-langkah untuk mengukur benda dan cara membaca hasil pengukuran mikrometer sekrup.

5. Membaca pengukuran.

Diameter benda diukur dengan menggunakan mikrometer sekrup.

 

6. Menuliskan hasil pengukuran.

Cara penulisan hasil pengukuran beserta nilai ketidakpastian dari sebuah pengukuran ditunjukkan pada persamaan 1.2.

Tuliskanlah hasil pengukuran mikrometer sekrup sesuai dengan aturan cara penulisan hasil pengukuran di atas.

Kalian dapat mencoba untuk membandingkan penggunaan alat ukur panjang untuk mengukur panjang dari beberapa benda yang ada di sekitar Kalian, misalnya botol dan buku tulis.

**ATURAN ANGKA PENTING DAN NOTASI ILMIAH**

Kalian sudah melakukan pengukuran diameter luar tutup botol pada Aktivitas 1.4. Coba tentukanlah luas permukaan botol dengan menggunakan data diameter luarnya dan nyatakan hasilnya dalam satuan SI. Kalian diperbolehkan menggunakan kalkulator untuk menghitung luas permukaan botol. Hasil yang tertera pada kalkulator harus ditulis ulang, dan hasil tersebut tidak boleh dibulatkan.

Jika hasil pengukuran diolah dalam persamaan misal contohnya adalah persamaan luas permukaan baut, maka dihasilkan nilai desimal yang begitu panjang. Untuk itu, terdapat beberapa aturan pembulatan dan cara penulisan hasil pengolahan data yang disepakati untuk membulatkan hasil pengolahan, yaitu aturan angka penting. Contoh kasusnya adalah sebagai berikut. Misalnya mencari luas permukaan tutup botol berdiameter 3,12 cm diukur dengan jangka sorong.



Kemudian, tentukan jumlah angka penting dari hasil pengukuran diameter tutup botol.



Setelah itu, lakukan pembulatan nilai luas permukaan tutup botol sampai sejumlah angka penting, yaitu tiga angka penting.



Coba lakukan kembali aturan pembulatan tersebut yang serupa pada luas permukaan tutup yang telah Kalian hitung sebelumnya. Tuliskan langkah-langkahnya pada buku latihan Kalian.

Untuk memudahkan Kalian dalam menuliskan hasil pengolahan data yang angkanya sangat kecil atau sangat besar, digunakanlah aturan penulisan notasi ilmiah. Contoh kasusnya adalah sebagai berikut. Nilai luas permukaan tutup botol yang diukur pada contoh sebelumnya dikonversikan dalam satuan m2, sehingga nilainya dinyatakan sebagai berikut.



Hasil tersebut dituliskan dalam aturan notasi ilmiah.



**NILAI KETIDAKPASTIAN PADA PENGUKURAN BERULANG**

Pada setiap aktivitas pengukuran, kesalahan pengukuran tidak dapat dihindarkan, apalagi jika pengukuran hanya dilakukan sekali, peluang ketidaksesuaian antara hasil pengukuran dengan kondisi sebenarnya semakin besar. Banyak faktor kesalahan yang dapat menyebabkan hasil pengukuran tidak sesuai dengan kondisi aslinya.

Untuk mengurangi faktor kesalahan pengukuran tersebut, Kalian dapat mengatasinya dengan cara melakukan pengukuran secara berulang.

Pengambilan data untuk pengukuran berulang minimal dilakukan sebanyak lima kali. Bagaimana cara mengetahui nilai ketidakpastian pengukuran berulang? Untuk mendapatkan nilai ketidakpastian pengukuran berulang,

Kalian dapat menggunakan persamaan standar deviasi yang dinyatakan sebagai berikut.

****

dengan

****

***Lampiran 3***

**GLOSARIUM**

***Besaran*** sesuatu yang ingin diketahui ukurannya dengan skala satuan tertentu

***Besaran Skalar*** besaran yang memiliki nilai dan tidak memiliki arah

***Besaran Vektor*** besaran yang memiliki nilai dan arah

***Dimensi*** cara penyusunan suatu besaran turunan dari besaranbesaran pokok

***Angka Penting*** nilai dari hasil pengukuran yang terdiri atas angka pasti dan angka taksiran

***Notasi Ilmiah*** cara menuliskan nilai untuk mengakomodir nilai yang terlalu kecil atau terlalu besar

***Mikrometer*** satuan panjang yang besarnya satu persejuta meter

***Lampiran 4***

**DAFTAR PUSTAKA**

Anna Permanasari, dkk., 2021, Buku Guru dan Buku Siswa: *Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA Kelas X*, Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Jakarta.

Kemdikbud. 2020. *Profil Pelajar Pancasila*. Jakarta:Kemdikbud.

Kemdikbud. 2021. *Capaian Pembelajaran Fase E Mata Pelajaran Fisika, Kimia, Biologi.* Jakarta

Kanginan, M. (2002). *Fisika untuk SMA Kelas X*. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Lasmi, N. K. (2018). *Fisika untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Tsai, W.T. 2014. E*ncyclopedia of Toxicology*. Maryland: Elsevier