



KELAS 10

FISIKA

Prinsip Fisika untuk Bumi Lestari:

Buku Pegangan Fisika untuk Siswa Kelas 10

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas terbitnya e-book Fisika ini yang merupakan bagian dari upaya menghadirkan pembelajaran yang lebih mudah diakses oleh seluruh pelajar Indonesia. Fisika adalah mata pelajaran yang mempelajari gejala alam dan prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam semesta, mulai dari gerak, gaya, energi, hingga fenomena kelistrikan dan optik, yang bermanfaat untuk memahami kehidupan sehari-hari maupun perkembangan teknologi.

E-book ini disusun berdasarkan Capaian Pembelajaran Fisika Fase E (sesuai dengan Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 Tentang Capaian Pembelajaran Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah Pada Kurikulum Merdeka). Konten e-book ini dirancang agar peserta didik dapat memahami materi Fisika secara komprehensif, mengasah keterampilan berpikir kritis, serta menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Selain materi utama, e-book ini juga dilengkapi dengan latihan soal, pembahasan, serta tautan ke sumber belajar tambahan seperti video pembelajaran interaktif.

E-book ini merupakan bagian dari platform [Fitri](#), sebuah platform pembelajaran digital yang menyediakan akses gratis ke berbagai materi belajar, termasuk e-book, latihan soal, dan video pembelajaran interaktif untuk seluruh anak Indonesia. Fitri hadir sebagai wujud kontribusi nyata dalam mendukung pemerataan akses pendidikan berkualitas di Indonesia. Dengan semangat gotong royong dan inklusi, Fitri berkomitmen untuk membantu seluruh siswa, di mana pun berada, agar dapat belajar secara mandiri, efektif, dan menyenangkan. Hal ini selaras dengan tujuan besar pendidikan Indonesia, yaitu mewujudkan generasi yang cerdas, berakarakter, dan siap menghadapi tantangan zaman.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung tersedianya e-book ini. Semoga kehadiran e-book Fisika ini dapat memberikan manfaat nyata dalam proses belajar peserta didik dan turut berkontribusi dalam meningkatkan literasi bangsa.

Jakarta, Juni 2025

Tim Fitri

Daftar Isi

BAB 1: HAKIKAT ILMU FISIKA DAN PRINSIP PENGUKURAN BESARAN.....	4
1. Konsep dan Nilai-Nilai dalam Fisika.....	6
2. Konsep Metode Ilmiah.....	9
3. Prosedur Keselamatan Kerja dalam Kegiatan Laboratorium	12
4. Peran Fisika dalam Kehidupan.....	16
5. Besaran, Satuan, dan Ketidakpastian dalam Fisika	19
6. Kesalahan pada Hasil Pengukuran	22
7. Konsep Angka Penting	28
8. Konsep Besaran dan Satuan.....	31
Rangkuman	35
Latihan Soal.....	37
Referensi.....	39
BAB 2: JENIS DAN SUMBER ENERGI	40
1. Energi dalam Kehidupan	42
2. Sumber Energi Tidak Terbarukan	44
3. Sumber Energi Terbarukan.....	48
Rangkuman	54
Latihan Soal.....	55
Referensi.....	57
BAB 3: FENOMENA PEMANASAN GLOBAL.....	58
1. Pemanasan Global	60
2. Kegiatan Pemicu Pemanasan Global	63
3. Dampak Pemanasan Global bagi Kehidupan MakhluK Hidup.....	68
4. Upaya Mengatasi Pemanasan Global	71
5. Kontribusi Dunia Internasional Mengatasi Pemanasan Global.....	74
Rangkuman	76
Latihan Soal.....	78
Referensi.....	80



BAB 1

HAKIKAT ILMU FISIKA DAN PRINSIP PENGUKURAN BESARAN

Karakter Pelajar Pancasila

Mandiri, bernalar kritis, bertanggung jawab

Kata Kunci: Alat Ukur, Besaran Pokok, Besaran Turunan, Dimensi Fisika, Pengukuran, Ketidakpastian, Angka Penting, Notasi Ilmiah, Laporan Percobaan

Tujuan Pembelajaran: Membaca Alam dengan Akurat melalui Pengenalan Konsep Fisika dan Pengukuran

- 1. Mengelompokkan berbagai jenis alat ukur berdasarkan jenis besaran fisis yang ingin diukur**
 - ▷ Membedakan alat ukur panjang, massa, waktu, suhu, dan arus listrik berdasarkan fungsinya.
 - ▷ Menentukan alat ukur yang sesuai untuk masing-masing jenis besaran yang akan diukur.
- 2. Menentukan jenis-jenis besaran fisika dengan mengacu pada dimensi besaran tersebut**
 - ▷ Mengklasifikasikan besaran sebagai besaran pokok atau besaran turunan.
 - ▷ Menuliskan dimensi dari besaran turunan seperti kecepatan, gaya, dan tekanan.

3. Mengoperasikan alat ukur secara tepat sesuai dengan karakteristik benda yang akan diukur

- ▷ Membaca hasil pengukuran dari alat ukur analog seperti mistar, jangka sorong, dan mikrometer sekrup.
- ▷ Menggunakan alat ukur digital untuk membaca hasil pengukuran panjang, massa, atau suhu.

4. Menuliskan hasil pengukuran yang dilengkapi dengan nilai ketidakpastian, baik pada pengukuran satu kali maupun berulang

- ▷ Menentukan nilai ketidakpastian berdasarkan skala terkecil alat ukur.
- ▷ Menyajikan hasil pengukuran baik dari pengukuran tunggal maupun berulang.

5. Menyajikan data hasil pengukuran dan mengolahnya menggunakan aturan angka penting serta penulisan dalam notasi ilmiah

- ▷ Menentukan jumlah angka penting pada hasil perhitungan berdasarkan aturan operasi matematika.
- ▷ Menuliskan bilangan besar atau kecil dalam notasi ilmiah sesuai standar.

6. Menarik kesimpulan berdasarkan data dan hasil dari percobaan yang dilakukan

- ▷ Menyusun laporan percobaan dengan struktur yang lengkap, meliputi tujuan, alat, langkah kerja, data, analisis, dan kesimpulan berdasarkan hasil eksperimen dan analisis data.
- ▷ Menjelaskan hubungan antara hasil pengukuran dan teori atau hipotesis awal.
- ▷ Menyajikan hasil pengamatan melalui presentasi lisan menggunakan data yang diperoleh secara langsung.

F I T R I



1. Konsep dan Nilai-Nilai dalam Fisika

Sains, atau ilmu pengetahuan, merupakan suatu cara sistematis dalam memahami alam semesta melalui pengamatan, eksperimen, penalaran logis, dan penyusunan teori. Menurut Collette dan Chiapetta, sains memiliki tiga dimensi utama, yaitu sains sebagai produk, sains sebagai proses, dan sains sebagai sikap. Ketiga dimensi ini saling berkaitan dan tidak dapat dipisahkan dalam kegiatan ilmiah.

Fisika sebagai Hasil Pemikiran Ilmiah (Produk)

Fisika sebagai produk mengacu pada **hasil-hasil pemikiran dan penemuan ilmiah** yang telah diuji kebenarannya melalui proses ilmiah. Produk-produk ini berupa kumpulan pengetahuan yang bisa dimanfaatkan untuk memahami dan menjelaskan berbagai fenomena alam. Bentuk-bentuk produk fisika antara lain:

a. Fakta

Informasi dasar yang diperoleh dari pengamatan langsung dan dapat diverifikasi. Contohnya, air mendidih pada suhu 100°C pada tekanan atmosfer standar.

b. Konsep

Ide abstrak yang digunakan untuk mengelompokkan fenomena yang memiliki kesamaan tertentu. Contoh konsep dalam fisika adalah gaya, energi, dan suhu.

c. Prinsip

Pernyataan umum yang menjelaskan hubungan antara konsep-konsep. Misalnya, prinsip Archimedes yang menjelaskan tentang gaya ke atas pada benda yang dicelupkan ke dalam fluida.

d. Hukum

Pernyataan yang didasarkan pada pengamatan berulang dan berlaku secara umum. Contohnya adalah Hukum Newton tentang gerak dan hukum Ohm dalam listrik.

e. Rumus

Bentuk matematis dari hukum atau prinsip yang digunakan untuk melakukan perhitungan. Misalnya, rumus $F = m \times a$ untuk menghitung gaya.

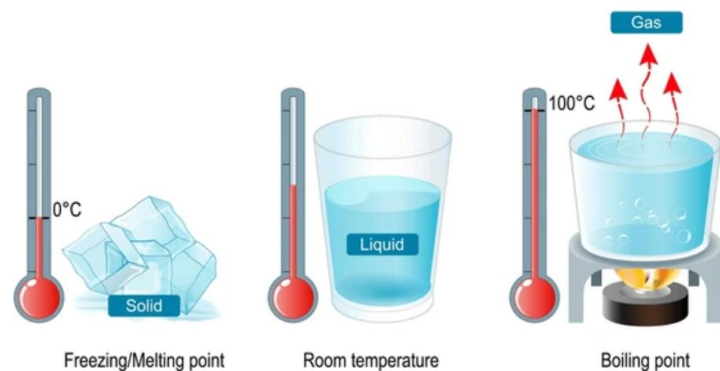
f. Teori

Penjelasan yang menyeluruh dan teruji mengenai suatu gejala alam, didukung oleh bukti eksperimen. Contohnya adalah teori relativitas Einstein.

g. Model

Representasi dari sistem atau konsep dalam bentuk yang lebih sederhana agar mudah dipelajari. Misalnya, model atom Bohr menggambarkan struktur atom.

Freezing, Melting and Boiling points of water



Fakta Air akan Mendidih pada Suhu 100°C – Shutterstock.com. 2119553963

Fisika sebagai Rangkaian Kegiatan Ilmiah (Proses)

Fisika sebagai proses merujuk pada **cara kerja ilmuwan** dalam memperoleh pengetahuan ilmiah. Proses ini dikenal sebagai keterampilan proses sains dan mencakup berbagai kegiatan ilmiah yang dilakukan secara sistematis. Beberapa indikator keterampilan proses dalam fisika meliputi:

- a. **Mengamati:** Menggunakan indera untuk memperoleh informasi dari fenomena alam.
- b. **Mengklasifikasi:** Mengelompokkan objek atau kejadian berdasarkan karakteristik tertentu.
- c. **Mengukur:** Melakukan pengukuran secara teliti menggunakan alat ukur yang sesuai.
- d. **Mengajukan pertanyaan:** Merumuskan pertanyaan-pertanyaan kritis dari hasil pengamatan.
- e. **Merumuskan hipotesis:** Menyusun dugaan sementara terhadap suatu masalah berdasarkan data yang tersedia.
- f. **Merumuskan masalah:** Menyatakan persoalan ilmiah secara jelas dan terarah.
- g. **Menginterpretasikan informasi:** Menyimpulkan makna dari data atau informasi yang diperoleh.
- h. **Berkomunikasi:** Menyampaikan hasil observasi atau eksperimen secara lisan atau tulisan.

Fisika sebagai Nilai dan Karakter Ilmiah (Sikap)

Selain sebagai produk dan proses, fisika juga merupakan **sikap ilmiah** yang perlu dikembangkan. Sikap ilmiah adalah seperangkat nilai dan kebiasaan berpikir yang mencerminkan cara kerja ilmuwan. Beberapa sikap ilmiah yang penting dalam pembelajaran fisika antara lain:

- a. **Rasa ingin tahu:** Keinginan untuk memahami fenomena yang belum diketahui.
- b. **Teliti:** Memperhatikan detail dalam setiap langkah kerja ilmiah.
- c. **Objektif:** Menilai sesuatu berdasarkan data dan bukti, bukan perasaan atau opini pribadi.
- d. **Jujur:** Menyampaikan hasil pengamatan atau eksperimen apa adanya, tanpa rekayasa.
- e. **Bertanggung jawab:** Siap menerima konsekuensi dari hasil kerja yang dilakukan.
- f. **Kreatif:** Mampu menemukan cara-cara baru dalam menyelesaikan masalah.
- g. **Pikiran terbuka:** Siap menerima ide atau pendapat orang lain.
- h. **Tekun dan tidak mudah putus asa:** Konsisten dalam menyelesaikan percobaan atau studi meskipun menghadapi kesulitan.

Contoh Soal

Seorang siswa melakukan percobaan fisika dan menemukan hasil yang berbeda dari teori yang dipelajarinya. Ia kemudian memeriksa ulang alat, melakukan eksperimen ulang, dan mendiskusikan hasilnya secara terbuka.

Sikap ilmiah yang ditunjukkan siswa tersebut adalah dan

Jawaban:

Kritis dan objektif

Pembahasan:

Saat siswa **tidak langsung menerima hasil** dan memilih untuk memeriksa ulang alat serta mengulang percobaan, ini menunjukkan sikap **kritis**. Ia tidak langsung menyimpulkan, melainkan meninjau kemungkinan kesalahan dan mempertimbangkan berbagai faktor.

Ketika siswa tetap **mencari data yang sesuai fakta** dan **tidak memaksakan hasil** agar sesuai teori, itu menunjukkan sikap **objektif**. Objektivitas berarti menerima hasil berdasarkan bukti, bukan keinginan pribadi.

Kedua sikap ini sangat penting dalam dunia sains dan merupakan bagian dari **nilai-nilai dasar dalam fisika sebagai sikap ilmiah**.

Kegiatan Kelompok 1

Tugas Kelompok: Mengenai Fisika sebagai Produk, Proses, dan Sikap Ilmiah

- 1) Buatlah infografis kelompok yang menjelaskan tiga dimensi utama dalam fisika:
 - ▷ Fisika sebagai produk ilmiah
 - ▷ Fisika sebagai proses ilmiah
 - ▷ Fisika sebagai sikap ilmiah
- 2) Bagi isi infografis menjadi tiga bagian, dan pada masing-masing bagian sajikan informasi berikut:
 - ▷ Produk: Jelaskan 3 bentuk produk fisika (pilih dari fakta, konsep, prinsip, hukum, rumus, teori, model) beserta contohnya dalam kehidupan sehari-hari.
 - ▷ Proses: Pilih 3 keterampilan proses ilmiah (misalnya mengamati, mengukur, menginterpretasi data) dan buat contoh aplikasinya dalam praktikum fisika sederhana.
 - ▷ Sikap: Pilih 3 sikap ilmiah (misalnya jujur, objektif, rasa ingin tahu) dan jelaskan mengapa sikap tersebut penting saat eksperimen berlangsung.
- 3) Gunakan layout infografis yang kreatif dan mudah dibaca. Tambahkan simbol, ikon, atau ilustrasi untuk memperjelas isi.
- 4) Setelah menyusun infografis, lakukan diskusi kelompok dan jawab pertanyaan berikut secara tertulis (maksimal 1 halaman):
 - ▷ Bagaimana ketiga dimensi (produk, proses, sikap) saling berkaitan dalam pembelajaran fisika?
 - ▷ Mana yang menurut kelompokmu paling menantang untuk diterapkan, dan mengapa?
- 5) Presentasikan hasil infografis kelompok secara bergiliran di depan kelas (maksimal 5 menit).
 - ▷ Sampaikan isi utama infografis
 - ▷ Berikan contoh nyata atau pengalaman belajar yang berkaitan dengan salah satu dimensi fisika
 - ▷ Paparkan kesimpulan dari hasil diskusi kelompok



2. Konsep Metode Ilmiah

Metode ilmiah adalah suatu **pendekatan sistematis** yang digunakan oleh para ilmuwan untuk memecahkan masalah, menemukan pengetahuan baru, dan menguji kebenaran suatu teori. Pendekatan ini tidak hanya digunakan dalam penelitian besar, tetapi juga sangat relevan dalam kegiatan pembelajaran sains di sekolah.

Karakter Utama Metode Ilmiah

- a. **Objektif:** Berdasarkan fakta dan bebas dari pengaruh pribadi.
- b. **Metodik:** Mengikuti langkah-langkah yang terencana dan sistematis.
- c. **Sistematis:** Tiap tahap saling berhubungan dan berurutan secara logis.
- d. **Berlaku umum:** Dapat digunakan oleh siapa saja dan memberikan hasil yang konsisten.



Observasi Fenomena Alam dengan Alat Bantu Teleskop
- Shutterstock.com.2129827046

Unsur Utama dalam Metode Ilmiah

Proses ilmiah terdiri atas beberapa langkah yang saling berkaitan dan dapat diulang. Setiap langkah merupakan bagian penting dari penyelidikan ilmiah. Lima unsur utama dalam metode ilmiah antara lain:

a. Observasi (Pengamatan dan Pengukuran)

Mengamati fenomena alam dengan cermat menggunakan indera atau alat bantu, serta mencatat data-data yang diperoleh.

b. Merumuskan Hipotesis

Menyusun dugaan sementara atau jawaban sementara atas pertanyaan yang muncul dari hasil observasi.

c. Membuat Prediksi

Memprediksi hasil dari hipotesis yang telah dibuat, berdasarkan logika ilmiah dan data yang ada.

d. Melakukan Eksperimen

Menguji hipotesis dengan eksperimen yang terkontrol agar hasilnya dapat diukur dan diuji kebenarannya.

e. Evaluasi dan Simpulan

Menganalisis hasil eksperimen, menilai apakah hipotesis terbukti atau tidak, dan mengulang jika diperlukan untuk validasi.

Kriteria Dasar Metode Ilmiah

Agar suatu kegiatan dapat disebut sebagai metode ilmiah, maka ia harus memenuhi beberapa kriteria dasar berikut:

a. Berdasarkan Fakta

Semua proses dan hasilnya harus didasarkan pada kenyataan yang dapat diamati.

b. Bebas dari Prasangka dan Subjektivitas

Tidak boleh dipengaruhi oleh pendapat pribadi atau emosi peneliti.

c. Menggunakan Prinsip Analisis Logis

Setiap kesimpulan harus berdasarkan alur berpikir yang rasional dan logis.

d. Perumusan Masalah yang Jelas

Masalah harus dinyatakan secara spesifik agar mudah dianalisis dan diuji.

e. Menggunakan Ukuran Objektif

Hasil diukur dengan alat ukur standar agar dapat dibandingkan dan diulang.

f. Menggunakan Teknik Kuantitatif atau Kualitatif

Data dapat berupa angka (kuantitatif) atau deskripsi (kualitatif), tergantung pada jenis penelitian.

Karakter Utama dalam Metode Ilmiah

Metode ilmiah memiliki beberapa karakter khusus yang membedakannya dari cara berpikir lainnya. Karakteristik ini mencerminkan kekuatan pendekatan ilmiah dalam menghasilkan pengetahuan yang andal. Di antaranya:

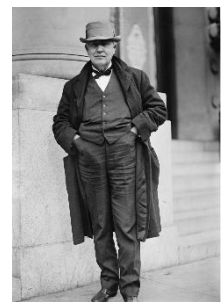
- a. Kritis:** Selalu terbuka untuk pertanyaan, pembuktian, dan peninjauan kembali.
- b. Logis:** Menggunakan penalaran yang terstruktur dan masuk akal.
- c. Objektif:** Mengacu pada data yang dapat diverifikasi oleh siapa saja.
- d. Empiris:** Berdasarkan pada pengalaman nyata atau hasil observasi.
- e. Konseptual:** Memiliki dasar teori atau kerangka pikir yang jelas.



Fakta Fisika di Sekitarmu

Ilmuwan Bisa Mengulang Eksperimen 1000 Kali Lebih

Ilmuwan seperti Thomas Edison dikenal mengulang eksperimen lebih dari 1000 kali untuk menemukan filamen lampu pijar yang tepat. Dalam metode ilmiah, pengulangan bukan tanda kegagalan, tapi bagian dari validasi dan konsistensi hasil.



Thomas Edison – Wikimedia.com

Langkah Sistematis Metode Ilmiah

Langkah-langkah dalam metode ilmiah biasanya terdiri dari tujuh tahapan yang dapat diterapkan dalam berbagai situasi ilmiah, baik di laboratorium, kelas, maupun kehidupan sehari-hari:

1) Merumuskan Masalah

Menyatakan pertanyaan atau hal yang ingin diketahui secara eksplisit.

2) Mengumpulkan Informasi (Kajian Pustaka)

Menelusuri referensi atau hasil penelitian sebelumnya untuk memperkuat pemahaman awal.

3) Menyusun Hipotesis

Menyatakan dugaan sementara sebagai jawaban atas masalah yang dirumuskan.

4) Merancang dan Melakukan Eksperimen

Menyusun rencana percobaan untuk menguji hipotesis dan mengumpulkan data.

5) Menganalisis Data

Mengolah dan menginterpretasi hasil eksperimen, biasanya dengan bantuan grafik, tabel, atau statistik.

6) Membuat Simpulan

Menarik kesimpulan dari hasil analisis, apakah hipotesis diterima atau ditolak.

7) Menulis Laporan Ilmiah

Menyusun hasil penelitian dalam bentuk tertulis untuk didokumentasikan atau dipublikasikan.

Contoh Soal

Seorang petani ingin mengetahui apakah penggunaan pupuk organik dapat mempercepat pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan pupuk kimia. Ia menanam dua kelompok tanaman yang sama, satu diberi pupuk organik dan satu lagi pupuk kimia, lalu mengukur tinggi tanaman setiap minggu. Langkah dalam metode ilmiah yang sedang dilakukan oleh petani tersebut adalah

Jawaban:

Melakukan eksperimen

Pembahasan:

Petani tersebut melakukan beberapa tahapan dalam metode ilmiah seperti:

- 1) Sudah menentukan masalah dan tujuan (membandingkan dua jenis pupuk).
- 2) Telah merancang percobaan dengan dua kelompok kontrol (pupuk organik dan kimia).
- 3) Mengamati dan mengukur hasil (tinggi tanaman setiap minggu).

Tindakan tersebut merupakan bagian dari **langkah eksperimen**, yaitu **pengujian hipotesis melalui percobaan yang terkontrol dan terukur**.



3. Prosedur Keselamatan Kerja dalam Kegiatan Laboratorium

Pentingnya Keselamatan dalam Praktikum Sains

Laboratorium merupakan fasilitas penting dalam kegiatan pembelajaran dan penelitian sains, termasuk fisika. Di laboratorium, kita tidak hanya mengamati teori menjadi praktik nyata, tetapi juga dilatih untuk berpikir kritis, sistematis, dan ilmiah. Namun, di balik manfaatnya, laboratorium menyimpan berbagai potensi risiko, seperti paparan bahan kimia, penggunaan alat tajam atau bersuhu tinggi, serta kemungkinan kecelakaan listrik.

Oleh karena itu, keselamatan kerja di laboratorium merupakan aspek fundamental yang tidak boleh diabaikan. Penerapan prinsip keselamatan adalah bagian dari sikap ilmiah yang mencerminkan tanggung jawab dan etika seorang ilmuwan. Dengan memahami dan mematuhi prosedur keselamatan, setiap individu turut menciptakan lingkungan kerja yang aman dan kondusif bagi pembelajaran serta penelitian.

Aspek Penting Bekerja di Laboratorium

Beberapa aspek penting yang harus diperhatikan saat bekerja di laboratorium meliputi:

a. Pakaian dan Alat Pelindung Diri (APD)

- ▷ Menggunakan jas laboratorium untuk melindungi tubuh dari bahan kimia atau panas.
- ▷ Mengenakan sarung tangan saat menangani bahan kimia, benda tajam, atau benda panas.
- ▷ Menggunakan kacamata pelindung untuk melindungi mata dari percikan zat berbahaya.
- ▷ Memakai sepatu tertutup untuk melindungi kaki dari benda tajam atau tumpahan zat.



Peneliti Menggunakan APD Laboratorium Lengkap –
Shutterstock.com. 2601979367

b. Penguasaan Alat dan Prosedur

Pemahaman fungsi dan cara penggunaan alat yang akan digunakan merupakan langkah awal sebelum melakukan praktikum. Kesalahan dalam pengoperasian alat dapat menyebabkan kecelakaan atau kerusakan alat. Oleh karena itu, bimbingan guru atau teknisi laboratorium sangat penting terutama untuk alat yang bersifat kompleks atau berpotensi berbahaya.

c. Membaca Petunjuk Praktikum dan Lembar Data Keselamatan Bahan (MSDS)

Setiap kegiatan praktikum harus diawali dengan membaca petunjuk percobaan dan memahami potensi bahaya dari bahan yang digunakan. MSDS (*Material Safety Data Sheet*) memuat informasi penting mengenai sifat kimia, tingkat bahaya, serta cara penanganan dan penyimpanan suatu zat kimia.

d. Tidak Menggabungkan Zat secara Sembarangan

Mencampur bahan tanpa pemahaman yang benar dapat menimbulkan reaksi kimia berbahaya seperti ledakan, gas beracun, atau percikan api. Oleh karena itu, pencampuran zat hanya boleh dilakukan berdasarkan prosedur yang sudah ditentukan.

e. Menjaga Kebersihan dan Kerapian Area Kerja

Laboratorium harus dijaga dalam kondisi rapi dan bersih. Meja kerja harus bebas dari barang yang tidak diperlukan. Semua alat dan bahan yang sudah digunakan harus dikembalikan ke tempat semula dan dibersihkan sesuai prosedur.

f. Penanganan Limbah

Setiap jenis limbah, baik cair maupun padat, harus dibuang sesuai dengan kategori dan sifatnya. Limbah kimia tidak boleh dibuang ke saluran pembuangan umum. Laboratorium harus memiliki sistem pemisahan dan pengelolaan limbah yang memadai.

g. Mengetahui Prosedur Darurat

Setiap laboratorium wajib dilengkapi dengan alat keselamatan seperti alat pemadam api, kotak P3K, pancuran keselamatan (*safety shower*), dan pencuci mata (*eye wash station*). Pengguna laboratorium harus mengetahui letak dan cara penggunaan alat-alat tersebut serta jalur evakuasi jika terjadi keadaan darurat.

Contoh Soal

Dalam suatu percobaan, seorang teknisi sedang memanaskan zat kimia di laboratorium. Tiba-tiba, zat tersebut memercik keluar dan mengenai permukaan meja. Ia segera mengambil air untuk menyiramnya, tetapi rekan kerjanya menghentikannya karena tahu bahwa air justru bisa memperparah reaksi. Berdasarkan prosedur keselamatan kerja, hal pertama yang seharusnya dilakukan adalah mengidentifikasi dari zat tersebut.

Jawaban:

Sifat kimia

Pembahasan:

Langkah yang benar dalam prosedur keselamatan kerja adalah **mengidentifikasi sifat bahan** terlebih dahulu (apakah bersifat korosif, mudah terbakar, reaktif terhadap air, dll.). Informasi ini biasanya ditemukan di **lembar data keselamatan bahan (MSDS)**.

Dengan memahami sifat kimia:

- 1) Tindakan penanganan bisa disesuaikan (misalnya pakai pasir, netralisasi, atau evakuasi).
- 2) Risiko kecelakaan susulan bisa diminimalkan.

Identifikasi Lambang Bahan Kimia Berbahaya

Dalam kegiatan laboratorium, bahan kimia yang digunakan sering kali memiliki sifat berbahaya. Untuk menghindari risiko, penting bagi setiap pengguna laboratorium untuk memahami simbol-simbol peringatan yang terdapat pada kemasan bahan kimia. Simbol-simbol tersebut telah distandardisasi secara internasional melalui sistem GHS (*Globally Harmonized System*). Berikut beberapa lambang dan maknanya:

Tabel Lambang-Lambang Bahan Kimia Berbahaya

Lambang	Keterangan	Contoh Zat
Beracun (Toxic) 	Dapat menyebabkan kematian atau kerusakan serius jika terhirup, tertelan, atau kontak dengan kulit.	Arsenik, sianida, merkuri
Korosif (Corrosive) 	Dapat merusak jaringan hidup dan logam.	Asam sulfat, natrium hidroksida pekat
Iritan (Irritant) 	Menyebabkan iritasi pada kulit, mata, atau sistem pernapasan.	Amonia, asam asetat encer
Mudah Terbakar (Flammable) 	Mudah menyala pada suhu rendah atau saat terkena api.	Etanol, eter, aseton
Oksidator (Oxidizing Agent) 	Mempercepat pembakaran karena melepaskan oksigen.	Kalium permanganat, hidrogen peroksida
Berbahaya bagi Lingkungan 	Mencemari lingkungan dan membahayakan organisme hidup.	Pestisida, logam berat (timbal, kadmium)

Lambang	Keterangan	Contoh Zat
Gas Bertekanan (Gas Under Pressure) 	Gas dalam tekanan tinggi yang bisa meledak jika dipanaskan.	Oksigen, nitrogen cair, karbon dioksida
Bahaya Kesehatan Kronis (Health Hazard) 	Dapat menyebabkan efek kesehatan jangka panjang seperti kanker atau gangguan reproduksi.	Formaldehida, benzena

Kegiatan Kelompok 2

Tugas Kelompok: Poster Edukasi "Kenali Lambang Bahaya Kimia"

- 1) Buat poster edukatif yang menampilkan 7 lambang bahan kimia berbahaya sesuai sistem GHS.
- 2) Untuk setiap lambang, sertakan informasi berikut:
 - ▷ Gambar lambang (digambar ulang atau dicetak)
 - ▷ Nama jenis bahaya
 - ▷ Contoh zat kimia
 - ▷ Cara penanganan umum di laboratorium
- 3) Rancang poster agar terlihat rapi, menarik, dan mudah dipahami. Gunakan warna dan tata letak yang informatif.
- 4) Diskusikan dalam kelompok:
 - ▷ Apa persamaan dan perbedaan penanganan antar jenis bahan kimia?
 - ▷ Mengapa penting memahami simbol ini sebelum melakukan praktikum?
- 5) Tulis hasil diskusi kelompok secara singkat dalam satu halaman.
- 6) Presentasikan poster di depan kelas (maksimal 5 menit).
 - ▷ Pilih 1–2 lambang yang dianggap paling berisiko
 - ▷ Jelaskan cara mengenalinya, contoh zat, dan langkah penanganan yang tepat
 - ▷ Sampaikan ringkasan hasil diskusi kelompok



4. Peran Fisika dalam Kehidupan

Hampir seluruh aspek aktivitas manusia, dari hal paling sederhana hingga yang sangat kompleks, tidak lepas dari penerapan konsep-konsep fisika. Hal ini membuktikan bahwa fisika memiliki peran penting dalam memajukan peradaban, meningkatkan efisiensi, serta menciptakan inovasi di berbagai bidang. Berikut adalah peran fisika dalam berbagai sektor kehidupan.

Fisika dalam Bidang Ekonomi

Dalam konteks ekonomi, fisika berperan penting dalam memastikan akurasi dan efisiensi dalam kegiatan perdagangan. Salah satu contoh sederhana adalah penggunaan **alat ukur massa** seperti **timbangan digital dan mekanik** di pasar.

Konsep fisika seperti gaya berat dan tekanan digunakan untuk memastikan **keakuratan pengukuran berat** suatu barang. Kesalahan dalam pengukuran akan berdampak langsung pada nilai transaksi ekonomi.

Lebih jauh, prinsip fisika juga digunakan dalam pengemasan produk (misalnya mempertimbangkan tekanan udara dalam kemasan vakum), hingga ke sistem otomatisasi dalam proses distribusi barang di gudang dan pusat logistik, yang kesemuanya berkontribusi pada efisiensi sistem ekonomi.



Kegiatan Pengukuran Menggunakan Timbangan di Pasar - Getty Images

Fisika dalam Bidang Kesehatan

Bidang kesehatan sangat bergantung pada penerapan teknologi yang berbasis fisika. Beberapa contoh penerapan fisika dalam dunia medis antara lain:

- Radiologi dan pencitraan medis** menggunakan prinsip gelombang elektromagnetik dan radiasi. Misalnya, sinar-X (X-ray) digunakan untuk melihat struktur tulang, MRI (Magnetic Resonance Imaging) memanfaatkan medan magnet dan gelombang radio untuk melihat organ dalam tubuh.
- Ultrasonografi (USG)** memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk mencitrakan kondisi dalam tubuh seperti janin dalam kandungan.
- Terapi radiasi** (radioterapi) digunakan dalam pengobatan kanker dengan menargetkan sel kanker menggunakan radiasi ionisasi.
- Prinsip **hidrostatik dan tekanan fluida** digunakan dalam pengukuran tekanan darah (sfigmomanometer) dan infus gravitasi.

Fisika dalam Bidang Logistik dan Transportasi

Dalam dunia transportasi, prinsip-prinsip fisika digunakan untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan perjalanan. Contoh penerapannya antara lain:

- Hukum Newton tentang gerak** digunakan untuk memahami pergerakan kendaraan dan memperkirakan gaya yang dibutuhkan untuk mempercepat atau menghentikannya.

- b. **Aerodinamika** diterapkan dalam desain kendaraan agar hambatan udara berkurang dan konsumsi bahan bakar lebih efisien, khususnya pada mobil balap, pesawat terbang, dan kereta cepat.
- c. Dalam sistem logistik, **fisika mekanik** digunakan dalam desain alat angkut seperti conveyor belt, forklift, dan derek, yang memungkinkan perpindahan barang secara efisien dan aman.
- d. **Teknologi GPS dan sensor gerak** dalam transportasi juga bekerja berdasarkan prinsip fisika, terutama gelombang elektromagnetik dan sistem navigasi satelit.



Fakta Fisika di Sekitarmu

GPS mengandalkan teori relativitas Einstein

Sistem GPS yang kita gunakan setiap hari pada ponsel atau kendaraan tidak akan akurat tanpa koreksi dari teori relativitas Einstein. Jam pada satelit GPS harus disesuaikan karena waktu berjalan lebih cepat di luar angkasa akibat efek relativistik.



GPS - shutterstock.com.1415983727

Fisika dalam Bidang Industri

Industri merupakan salah satu bidang yang sangat erat kaitannya dengan fisika, baik dalam proses produksi, kontrol kualitas, maupun pengembangan teknologi baru. Beberapa contohnya meliputi:

- a. **Termodinamika** digunakan dalam pembangkit tenaga, sistem pendingin, dan pemanas.
- b. **Fisika material** digunakan untuk menentukan sifat-sifat bahan, seperti kekuatan tarik, titik leleh, dan konduktivitas listrik, yang penting dalam pembuatan logam, plastik, dan semikonduktor.
- c. **Fisika listrik dan magnet** sangat penting dalam pengoperasian mesin industri, seperti motor listrik, generator, dan transformator.
- d. **Otomatisasi dan robotika** di industri modern menggunakan prinsip mekanika, elektronika, dan pemrograman berbasis sensor fisik untuk meningkatkan efisiensi produksi.

Fisika dalam Bidang Astronomi

Astronomi tidak akan mungkin berkembang tanpa ilmu fisika. Fisika menjadi dasar dalam memahami fenomena luar angkasa, seperti pergerakan planet, pembentukan bintang, dan struktur galaksi. Beberapa konsep fisika yang sangat penting dalam astronomi antara lain:

- a. **Hukum Gravitasi Newton dan Hukum Kepler** menjelaskan gerak benda langit.
- b. **Relativitas umum** digunakan untuk memahami fenomena ekstrem seperti lubang hitam dan gelombang gravitasi.
- c. **Spektroskopi** memungkinkan ilmuwan menganalisis cahaya bintang untuk mengetahui komposisi kimia dan suhu permukaan bintang.
- d. **Radio astronomi dan astronomi inframerah** memanfaatkan berbagai spektrum gelombang elektromagnetik untuk mengamati alam semesta yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang.

Fisika dalam Teknologi Digital

Perkembangan teknologi digital modern tidak bisa dilepaskan dari kemajuan fisika, terutama dalam bidang **elektronika** dan **fisika kuantum**. Penerapannya terlihat dalam berbagai aspek kehidupan:

- a. **Komputer dan smartphone** bekerja berdasarkan prinsip semikonduktor, transistor, dan sirkuit listrik.
- b. **Internet dan jaringan komunikasi** menggunakan teknologi gelombang elektromagnetik (WiFi, Bluetooth, radio, satelit) yang dijelaskan dalam teori elektromagnetik Maxwell.
- c. **Layar sentuh** bekerja dengan prinsip kapasitansi dan konduktivitas listrik.
- d. **Perkembangan komputer kuantum** di masa depan bergantung pada fisika kuantum, khususnya fenomena superposisi dan keterikatan kuantum (quantum entanglement).
- e. **Sensor digital** pada kamera, alat ukur, hingga perangkat rumah tangga pintar juga bekerja dengan konsep fisika seperti piezoelektrik, fotolistrik, dan resistansi.

Contoh Soal

Ketika mendesain helm sepeda motor, produsen memperhatikan bagaimana gaya benturan bisa diserap agar tidak langsung mengenai kepala pengendara. Proses penyebaran gaya ini dapat dijelaskan dengan konsep fisika yang disebut

Jawaban:

Tekanan

Pembahasan:

Ketika terjadi benturan, **gaya tumbukan akan menyebar ke seluruh permukaan bantalan dalam helm**. Dengan **memperbesar luas permukaan tempat gaya bekerja**, maka **tekanan yang diterima kepala akan berkurang**, sehingga risiko cedera lebih kecil.

Konsep yang digunakan di sini adalah:

$$\text{Tekanan} = \frac{\text{Gaya}}{\text{Luas Permukaan}}$$

Semakin luas permukaan penyebaran gaya, semakin kecil tekanan yang diterima suatu titik. Prinsip ini tidak hanya digunakan dalam helm, tetapi juga pada **sepatu salju, matras olahraga, dan sabuk pengaman**.



5. Besaran, Satuan, dan Ketidakpastian dalam Fisika

Pengukuran adalah proses membandingkan suatu besaran fisik dengan besaran lain yang dijadikan sebagai satuan standar. Misalnya, saat mengukur panjang suatu benda, kita membandingkan panjang benda tersebut dengan satuan standar seperti meter (m).

Jenis Besaran dalam Fisika dan Contohnya

Dalam fisika, besaran dibagi menjadi dua kelompok utama:

- a. **Besaran Pokok:** Besaran yang didefinisikan secara independen dan tidak diturunkan dari besaran lain. Contohnya adalah, panjang (m), massa (kg), waktu (s), kuat arus listrik (A), suhu (K), jumlah zat (mol), intensitas cahaya (cd)
- b. **Besaran Turunan:** Besaran yang diturunkan dari besaran pokok melalui hubungan matematis. Contohnya adalah, kecepatan (m/s), percepatan (m/s²), gaya (N = kg.m/s²), tekanan (Pa = N/m²), energi (J = N.m)



Kegiatan Pengukuran untuk Mendapatkan Suatu Besaran Fisika – Shutterstock.com. 2574432367

Ketidakpastian dalam Pengukuran

Dalam dunia nyata, tidak ada pengukuran yang benar-benar bebas dari kesalahan atau ketidakpastian. Bahkan alat ukur yang sangat presisi tetap memiliki batas toleransi. Oleh karena itu, setiap hasil pengukuran harus disertai dengan nilai ketidakpastian (Δx) untuk menunjukkan rentang kemungkinan nilai sebenarnya dari besaran yang diukur. Ketidakpastian dalam pengukuran dapat bersumber dari beberapa faktor berikut:

a. Nilai Skala Terkecil (NST)

Setiap alat ukur memiliki batas ketelitian, yaitu nilai terkecil yang dapat dibaca dengan alat tersebut. Ketidakpastian akibat skala terkecil biasanya ditentukan dengan rumus:

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times \text{NST}$$

Contoh Soal

Jika jangka sorong memiliki NST 0,1 mm, maka ketidakpastian pembacaan adalah $\pm 0,05$ mm.

Pembahasan:

Dalam contoh ini: NST = 0,1 mm

Bagaimana menghitung ketidakpastian pengukuran?

Untuk alat ukur analog seperti jangka sorong, ketidakpastian standar pengukuran tunggal diambil dari rumus:

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times \text{NST}$$

Maka:

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times 0,1 \text{ mm} = 0,05 \text{ mm}$$

Apa arti angka $\pm 0,05$ mm?

Hasil pengukuran yang kamu dapatkan dengan jangka sorong tidak bisa dianggap pasti 100% tepat, karena terbatas oleh kemampuan alat.

Jadi, jika kamu mengukur suatu benda dan hasilnya adalah 25,30 mm, maka hasil akhir harus ditulis:

$$25,30 \pm 0,05 \text{ mm}$$

Artinya:

Panjang benda tersebut kemungkinan berada dalam rentang 25,25 mm hingga 25,35 mm.

Kenapa menggunakan $\pm \frac{1}{2}$ NST, bukan seluruh NST?

Karena pembacaan alat analog melibatkan taksiran visual pada skala, dan nilai yang ditambahkan (angka terakhir) merupakan angka taksiran, maka standar ilmiah mengambil setengah dari skala terkecil sebagai bentuk toleransi kesalahan yang wajar.

Kesimpulan:

Ketika menggunakan jangka sorong dengan NST 0,1 mm, hasil pengukuran harus disertai ketidakpastian $\pm 0,05$ mm, karena inilah tingkat ketelitian alat tersebut. Ini adalah bagian penting dari cara kerja ilmuwan saat melaporkan data, menunjukkan bahwa pengukuran tidak pernah bebas dari ketidakpastian.

b. Ketidakpastian Sistematis

Kesalahan sistematis adalah kesalahan yang terjadi secara konsisten akibat kelemahan alat ukur atau prosedur yang digunakan. Jenis-jenis ketidakpastian sistematis meliputi:

- ▷ Kesalahan kalibrasi: Alat ukur tidak dikalibrasi dengan benar sehingga memberikan hasil yang selalu meleset.

- ▷ Kesalahan titik nol: Jarum penunjuk tidak tepat di angka nol saat alat belum digunakan.
- ▷ Kesalahan alat: Ketidaksempurnaan fisik alat seperti batang penggaris yang sudah aus.
- ▷ Kesalahan paralaks: Kesalahan membaca skala karena sudut pandang yang tidak sejajar dengan garis skala.

c. Kesalahan Acak

Kesalahan acak adalah kesalahan yang tidak dapat diprediksi, berubah-ubah dalam setiap pengukuran, dan biasanya disebabkan oleh faktor lingkungan atau kondisi eksternal. Contoh:

- ▷ Gerakan Brown yang memengaruhi pengukuran partikel kecil.
- ▷ Fluktuasi tegangan listrik yang memengaruhi alat elektronik.
- ▷ Noise atau gangguan dalam sistem pengukuran digital atau elektronik.

d. Keterbatasan Keterampilan Peneliti

Selain alat, manusia sebagai pengamat juga merupakan sumber ketidakpastian. Kesalahan dapat terjadi karena:

- ▷ Kurangnya ketelitian saat membaca skala.
- ▷ Tidak memperhatikan posisi mata sejajar dengan skala.
- ▷ Tidak mencatat hasil pengukuran dengan benar.



6. Kesalahan pada Hasil Pengukuran

Rumus Hasil Pengukuran Besaran Fisis

Setiap pengukuran harus menyertakan ketidakpastian (Δx) agar hasil tersebut dapat dinilai keakuratannya. Oleh karena itu, hasil pengukuran dinyatakan dalam bentuk:

$$x \pm \Delta x$$

Keterangan:

x adalah nilai hasil pengukuran (nilai utama),

Δx adalah ketidakpastian pengukuran, yaitu batas atas dan bawah dari nilai yang mungkin.

Contoh:

Jika suatu panjang diukur 25,4 cm dengan ketidakpastian 0,1 cm, maka hasil penulisan yang benar adalah:

$$25,4 \pm 0,1 \text{ cm}$$

Pengaruh Cara Pengukuran terhadap Penentuan Nilai Ketidakpastian

a. Pengukuran Tunggal

Pengukuran tunggal dilakukan satu kali, sehingga nilai yang diperoleh tidak dapat dirata-ratakan. Oleh karena itu, ketidakpastian diambil berdasarkan karakteristik alat (skala terkecil atau resolusi alat). Terdapat dua jenis alat ukur untuk metode pengukuran tunggal:

▷ Pengukuran Tunggal tanpa Skala Nonius

Pengukuran yang dilakukan dengan alat ukur sederhana seperti mistar atau termometer, di mana ketidakpastian diambil setengah dari nilai skala terkecil alat tersebut. Contohnya adalah pengukuran dengan mistar atau termometer biasa. Ketidakpastian pengukuran dengan alat ini dihitung dengan rumus:

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times \text{NST}$$

Keterangan:

NST adalah Nilai Skala Terkecil alat.

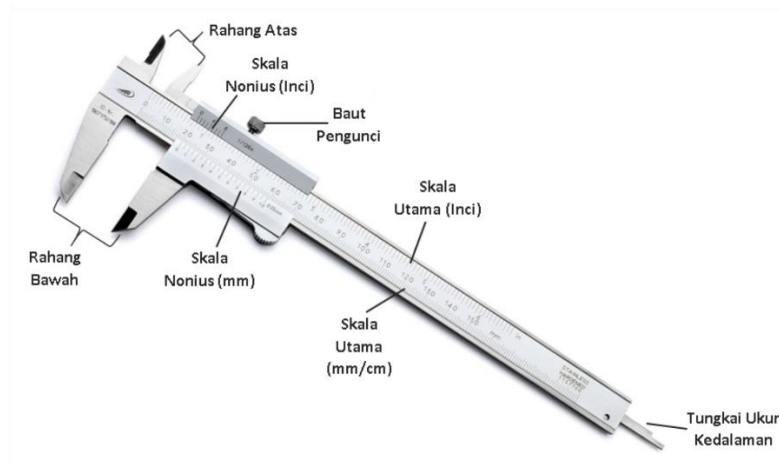
Contoh:

Sebuah mistar memiliki NST = 1 mm, maka ketidakpastiannya adalah $\pm 0,5$ mm.

▷ Pengukuran Tunggal dengan Skala Nonius

Skala nonius digunakan untuk meningkatkan ketelitian pembacaan alat ukur. Dua alat yang umum digunakan adalah:

1) Jangka Sorong



Jangka Sorong –
fisika.co.id

Jangka sorong berfungsi untuk mengukur panjang, diameter luar, diameter dalam, dan kedalaman benda. Alat ini lebih teliti daripada mistar karena memiliki dua skala yaitu, **skala utama** dan **skala nonius (vernier)**. Untuk memahami pembacaan jangka sorong, kita perlu mengenal **nilai skala nonius (SN)**, yaitu nilai skala terkecil yang dapat diukur oleh jangka sorong. Nilai ini dihitung menggunakan rumus:

$$SN = \frac{SU}{N}$$

Keterangan:

SN (Skala Nonius): Nilai ketelitian jangka sorong (nilai satu skala nonius dalam satuan skala utama).

SU (Skala Utama): Nilai panjang satu satuan pada skala utama (misalnya, 1 mm).

N: Jumlah garis pada skala nonius yang berimpit dengan skala utama.

Contoh Soal

Penjelasan Rumus

Rumus ini menunjukkan bahwa satu garis pada skala nonius (SN) lebih kecil daripada satu garis pada skala utama. Misalnya, jika 10 garis nonius sejajar dengan 9 mm pada skala utama, maka:

$$SN = \frac{9 \text{ mm}}{10} = 0,9 \text{ mm}$$

Perbedaan antara satu skala utama dan satu skala nonius akan menjadi ketelitian jangka sorong

$$\text{Ketelitian} = SU - SN$$

Dalam contoh di atas

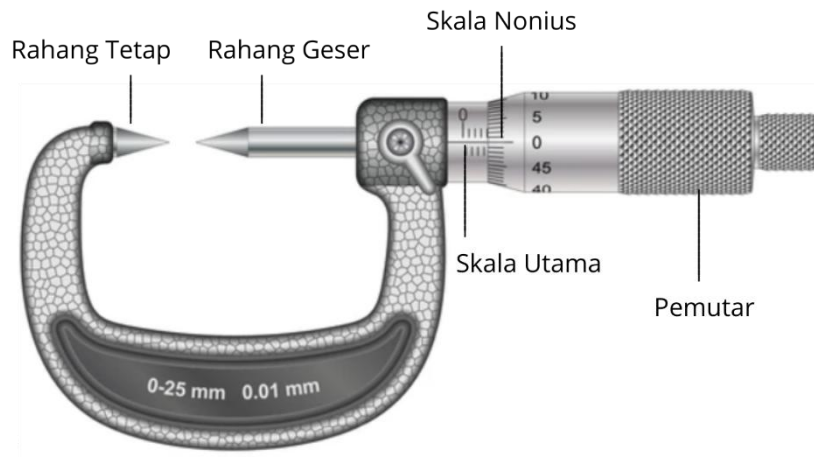
$$\text{Ketelitian} = 1 \text{ mm} - 0,9 \text{ mm} = 0,1 \text{ mm}$$

Sehingga jangka sorong tersebut memiliki ketelitian 0,1 mm atau 0,01 cm.

Ketidakpastian yang diambil setengah dari nilai skala terkecil, yaitu:

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times 0,1 \text{ mm} = \pm 0,05 \text{ mm}$$

2) Mikrometer Sekrup



*Mikrometer Sekrup –
Shutterstock.com ·
2015258852*

Mikrometer sekrup adalah alat ukur presisi tinggi yang digunakan untuk mengukur benda-benda berukuran sangat kecil, seperti ketebalan kawat, diameter kertas, atau lempeng logam tipis. Mikrometer mampu mengukur hingga ketelitian 0,01 mm atau bahkan lebih kecil. Mikrometer memiliki dua skala utama:

- Skala utama (skala lengan/sleeve)

Skala yang terletak di bagian batang mikrometer berfungsi untuk menunjukkan ukuran dalam satuan milimeter (mm), biasanya terbagi dalam skala 0,5 mm.

- Skala nonius (skala putar/*thimble*)

Skala yang terletak pada bagian silinder yang dapat diputar dan terdiri dari 50 skala yang mewakili 1 putaran penuh = 0,5 mm.

Karena 50 skala nonius membagi 0,5 mm, maka setiap skala mewakili:

$$\text{Skala nonius} = \frac{0,5 \text{ mm}}{50} = 0,01 \text{ mm}$$

Artinya, setiap garis pada skala putar menunjukkan pertambahan panjang sebesar 0,01 mm. Inilah yang menjadikan mikrometer sangat presisi.

Contoh Soal

Rumus Pengukuran Mikrometer Sekrup

Hasil pengukuran = Pembacaan skala utama + Pembacaan skala nonius

Ketidakpastian pengukuran (karena alat analog) umumnya diambil sebesar:

$$\Delta x = \pm \frac{1}{2} \times \text{skala terkecil} = \pm 0,005 \text{ mm}$$

Contoh Penggunaan Mikrometer Sekrup

Misalkan saat menggunakan mikrometer, didapatkan:

- 1) Skala utama menunjukkan 4,5 mm
- 2) Skala nonius menunjukkan garis ke-12

Maka:

- 1) Pembacaan skala nonius = $12 \times 0,01 \text{ mm} = 0,12 \text{ mm}$
- 2) Hasil akhir = $4,5 \text{ mm} + 0,12 \text{ mm} = 4,62 \text{ mm}$

Dengan ketidakpastian $\pm 0,005 \text{ mm}$, hasil akhir ditulis sebagai:

$$4,62 \pm 0,005 \text{ mm}$$

► Pengukuran Tunggal dengan Skala Digital

Alat digital memberikan hasil lebih praktis, namun ketidakpastian tetap ada. Ketidakpastian alat digital biasanya diasumsikan sebagai:

$$\Delta x = 1 \pm NST$$

Keterangan:

Δx adalah ketidakpastian pengukuran, yaitu batas atas dan bawah dari nilai yang mungkin.

NST adalah Nilai Skala Terkecil alat.

Contoh:

Jika alat digital menampilkan 12,4 V, maka ketidakpastian diasumsikan $\pm 0,1 \text{ V}$, sehingga hasil penulisan:

$$12,4 \pm 0,1 \text{ V}$$

b. Pengukuran Berulang

Pengukuran berulang dilakukan untuk mengurangi pengaruh ketidakpastian acak dan memberikan hasil yang lebih representatif. Metode ini dilakukan dengan mengukur besaran yang sama sebanyak beberapa kali, kemudian mengambil nilai rata-rata (mean) dan menghitung simpangan baku (standar deviasi).

Berikut adalah langkah-langkah Pengukuran Berulang:

- 1) Lakukan pengukuran sebanyak n kali.
- 2) Hitung rata-rata ($\bar{x}$):

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

Keterangan:

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

$\bar{x}$ = nilai rata-rata hasil pengukuran

n = banyak pengukuran

- 3) Hitung simpangan baku (S) jika diperlukan.

$$S_{\bar{x}} = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{n - 1}}$$

Keterangan:

$S_{\bar{x}}$ = simpangan baku rata-rata (standar deviasi dari nilai rata-rata)

n = jumlah data

x_i : nilai pengukuran ke i

$\sum x_i$: jumlah seluruh nilai pengukuran

$\sum x_i^2$: jumlah kuadrat masing-masing nilai pengukuran

- 4) Tulis hasil akhir dalam bentuk:

$$\bar{x} \pm S$$

Contoh:

Jika hasil pengukuran panjang suatu benda dalam cm adalah: 25,3 ; 25,2 ; 25,4 ; 25,2 ; 25,3

Maka:

- Nilai rata-rata = 25,28 cm

- Ketidakpastian (simpangan) = $\pm 0,07$ cm

Sehingga hasil akhir:

$$25,28 \pm 0,07 \text{ cm}$$



Fakta Fisika di Sekitarmu

Pengukuran Berulang: Semakin Banyak, Semakin Baik?

Melakukan pengukuran berulang memang mengurangi kesalahan acak, tetapi hanya sampai titik tertentu. Jika semua pengukuran mengandung kesalahan sistematis (seperti alat tak dikalibrasi), maka mengulang 100 kali pun tidak akan mendekati nilai sebenarnya. Jadi, mengulang penting, tapi koreksi alat lebih penting.



Kalibrasi Alat -
shutterstock.com.2063512229

Kegiatan Praktikum

Judul: Pengukuran Panjang Berulang

Tujuan: Memahami pengukuran berulang dan menentukan nilai ketidakpastian menggunakan mistar.

Cara Kerja:

- 1) Buatlah kelompok yang terdiri atas 10 peserta didik.
- 2) Cari satu benda di sekitar kalian yang berbentuk batang atau persegi panjang (misalnya penggaris kayu, balok, atau buku).
- 3) Siapkan mistar sebagai alat ukur yang digunakan untuk mengukur **panjang** benda tersebut.
- 4) Lakukan pengukuran panjang benda secara bergantian (setiap peserta mengukur satu kali).
- 5) Catat semua hasil pengukuran pada tabel berikut:

No.	Panjang (cm)	$(d - \bar{d})^2$
1		
2		
3		
4		
Jumlah ($\sum d$)		Jumlah ($\sum (d - \bar{d})^2$)

Langkah Perhitungan:

- 1) Hitung nilai rata-rata panjang: $\bar{d} = \frac{\sum d}{N}$
- 2) Hitung simpangan baku (ketidakpastian): $\Delta d = \sqrt{\frac{\sum (d - \bar{d})^2}{N(N-1)}}$

Langkah Akhir:

- 1) Tentukan nilai rata-rata dan ketidakpastian hasil pengukuran.
- 2) Sajikan hasil pengukuran dalam bentuk **tabel, perhitungan, dan kesimpulan**.
- 3) Presentasikan hasilnya di depan kelas secara bergiliran.



7. Konsep Angka Penting

Angka penting adalah angka-angka dalam suatu hasil pengukuran yang terdiri atas angka-angka pasti dan satu angka taksiran terakhir. Angka penting menyatakan tingkat ketelitian suatu alat ukur dan keandalan data hasil pengukuran. Dalam fisika, penulisan hasil pengukuran harus sesuai dengan jumlah angka penting yang benar. Ini penting agar hasil eksperimen tidak tampak lebih akurat atau lebih kasar dari yang sebenarnya.

Ketentuan Menentukan Angka Penting

Berikut adalah lima ketentuan utama dalam menentukan jumlah angka penting dalam suatu bilangan:

a. Aturan 1: Semua angka bukan nol adalah angka penting

Contoh: 34,5 cm memiliki 3 angka penting

b. Aturan 2: Nol di antara angka bukan nol adalah angka penting

Contoh: 302 memiliki 3 angka penting

c. Aturan 3: Nol di sebelah kanan angka bukan nol dan setelah tanda desimal adalah angka penting

Contoh: 12,300 memiliki 5 angka penting

d. Aturan 4: Nol di sebelah kanan angka bukan nol tetapi tidak ada tanda desimal, dianggap tidak penting

Contoh: 1200 hanya memiliki 2 angka penting, kecuali ditulis dalam bentuk ilmiah

e. Aturan 5: Nol di depan angka bukan nol bukan angka penting

Contoh: 0,0045 memiliki 2 angka penting



Manfaat Angka Penting untuk Menentukan Dosis Obat - Shutterstock.com.1264260946

Angka Berarti dan Ketidakpastian Relatif

Angka berarti adalah angka penting yang memiliki makna dalam pengukuran. Penggunaan angka berarti berkaitan dengan ketelitian hasil pengukuran. Untuk menyatakan seberapa besar pengaruh ketidakpastian terhadap hasil pengukuran, digunakan konsep ketidakpastian relatif:

$$\text{Ketidakpastian Relatif} = \frac{\Delta x}{x} \times 100\%$$

Keterangan:

Δx = ketidakpastian pengukuran

x = hasil pengukuran

Contoh:

Jika panjang benda $x = 20,0 \pm 0,2$ cm, maka:

$$\frac{0,2}{20,0} \times 100\% = 1\%$$

Artinya, hasil pengukuran memiliki tingkat ketidakpastian sebesar 1%.

Notasi Eksponen

Notasi eksponen atau notasi ilmiah digunakan untuk menyederhanakan penulisan bilangan yang sangat besar atau sangat kecil.

$$a \times 10^n$$

Keterangan:

a = angka antara 1 hingga kurang dari 10

n = bilangan bulat (positif untuk bilangan besar, negatif untuk bilangan kecil)

Contoh:

▷ $3.000.000 = 3 \times 10^6$

▷ $0,00045 = 4,5 \times 10^{-4}$

Aturan Operasi Matematika Angka Penting

Dalam perhitungan fisika, hasil akhir harus mengikuti aturan angka penting sesuai jenis operasinya, yaitu:

a. Aturan Pembulatan

Pembulatan dilakukan jika hasil pengolahan memiliki lebih banyak angka penting dari yang seharusnya. Jika angka di belakang angka terakhir > 5 , dibulatkan ke atas; jika < 5 , dibulatkan ke bawah; jika 5, lihat angka sebelumnya (genap tetap, ganjil naik).

Contoh Soal

Contoh 1:

Bilangan: 3,64

- ▷ Dibulatkan menjadi 3,6 jika hanya boleh 2 angka penting.
- ▷ Karena angka setelah 6 adalah 4 (kurang dari 5), maka angka 6 tetap.

Contoh 2:

Bilangan: 7,68

- ▷ Dibulatkan menjadi 7,7 jika hanya boleh 2 angka penting.
- ▷ Karena angka setelah 6 adalah 8 (lebih dari 5), maka 6 dibulatkan jadi 7.

Contoh 3:

Bilangan: 2,65

- ▷ Dibulatkan menjadi 2,6 karena angka sebelum 5 adalah 6 (genap).
- ▷ Jadi tetap (tidak naik).

Contoh 4:

Bilangan: 3,65

- ▷ Dibulatkan menjadi 3,7 karena angka sebelum 5 adalah 6 (ganjil).
- ▷ Jadi dibulatkan naik.

b. Penjumlahan dan Pengurangan

Hasil akhir ditulis sesuai jumlah angka di belakang koma terkecil dari bilangan-bilangan yang dijumlah/dikurang.

Contoh:

$$12,45 + 0,3 = 12,75 \Rightarrow 12,8$$

Karena 0,3 hanya punya 1 angka di belakang koma, hasil harus 1 angka desimal.

c. Perkalian dan Pembagian

Hasil akhir ditulis sesuai jumlah angka penting terkecil dari bilangan yang dikalikan atau dibagi.

Contoh:

$$4,56 \times 1,4 = 6,384 \Rightarrow 6,4$$

Karena 1,4 hanya memiliki 2 angka penting, hasil dibulatkan menjadi 2 angka penting.



8. Konsep Besaran dan Satuan

Besaran dalam Fisika

Besaran adalah segala sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dengan angka, serta memiliki satuan. Dalam fisika, semua gejala alam dinyatakan dalam bentuk besaran agar dapat dianalisis secara kuantitatif. Besaran dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

a. Besaran Pokok

Besaran pokok adalah besaran dasar yang tidak diturunkan dari besaran lain. Terdapat **tujuh besaran pokok** yang diakui secara internasional dalam Sistem Internasional (SI), yaitu:

Tabel Besaran Pokok dalam Sistem Internasional

Besaran Pokok	Simbol	Satuan SI	Simbol Satuan
Panjang	l	meter	m
Massa	m	kilogram	kg
Waktu	t	sekon (detik)	s
Kuat arus listrik	I	ampere	A
Suhu termodinamik	T	kelvin	K
Jumlah zat	n	mol	mol
Intensitas cahaya	I_v	kandela	cd

b. Besaran Turunan

Besaran turunan adalah besaran yang diturunkan dari satu atau lebih besaran pokok melalui hubungan matematis. Berikut adalah contoh besaran turunan beserta satuannya.

Tabel Besaran Turunan dalam Sistem Internasional

Besaran Turunan	Rumus Turunan	Satuan SI
Luas	panjang $\times$ panjang	m^2
Volume	panjang $\times$ lebar $\times$ tinggi	m^3
Kecepatan	panjang / waktu	m/s
Percepatan	kecepatan / waktu	m/s^2
Gaya	massa $\times$ percepatan	newton (N) = $kg \cdot m/s^2$
Tekanan	gaya / luas	pascal (Pa) = N/m^2
Energi	gaya $\times$ jarak	joule (J) = $N \cdot m$
Daya	energi / waktu	watt (W) = J/s

Standar Satuan Besaran Pokok

Untuk menjamin **keseragaman pengukuran di seluruh dunia**, satuan SI didasarkan pada standar yang disepakati secara internasional dan terus diperbarui dengan teknologi modern. Berikut adalah penjelasan singkat standar untuk masing-masing besaran pokok:

a. Panjang (meter)

Panjang adalah besaran yang menyatakan jarak antara dua titik dalam ruang. Satuan panjang dalam SI adalah meter (m). Definisi modern meter berdasarkan kecepatan cahaya yaitu, 1 meter adalah jarak yang ditempuh cahaya dalam vakum selama $1/299.792.458$ detik.

b. Massa (kilogram)

Massa menyatakan jumlah materi dalam suatu benda dan berbeda dengan berat yang bergantung pada gravitasi. Satuan massa dalam SI adalah kilogram (kg). Sejak 2019, definisi kilogram tidak lagi bergantung pada artefak fisik, tetapi berdasarkan konstanta Planck (h) yaitu, 1 kilogram didefinisikan sebagai nilai tetap dari konstanta Planck sebesar $6,62607015 \times 10^{-34}$ joule detik ($J \cdot s$).

c. Waktu (sekon)

Waktu adalah besaran yang mengukur durasi suatu peristiwa. Satuan waktu dalam SI adalah sekon (s). Satu sekon didefinisikan berdasarkan osilasi atom cesium-133 yaitu, 1 sekon adalah durasi $9.192.631.770$ periode radiasi dari transisi antara dua tingkat energi tertentu dalam atom cesium-133.

d. Kuat arus listrik (ampere)

Kuat arus listrik mengukur jumlah muatan listrik yang mengalir melalui suatu penghantar per satuan waktu. Satuan kuat arus listrik dalam SI adalah ampere (A). Definisi modern ampere didasarkan pada muatan listrik dasar (e) yaitu, 1 ampere adalah arus listrik yang setara dengan aliran muatan sebesar $1/1,602176634 \times 10^{-19}$ coulomb per detik.

e. Suhu (kelvin)

Suhu menyatakan tingkat panas atau dinginnya suatu benda. Satuan suhu dalam SI adalah kelvin (K). Definisi kelvin didasarkan pada titik tetap termodinamika yaitu, 1 kelvin adalah $1/273,16$ dari suhu termodinamika titik tripel air (di mana air berada dalam kesetimbangan fase padat, cair, dan gas).

f. Jumlah zat (mol)

Jumlah zat mengukur banyaknya partikel (atom, ion, atau molekul) dalam suatu zat. Satuan jumlah zat dalam SI adalah mol (mol). Definisi mol berdasarkan konstanta Avogadro yaitu, 1 mol mengandung tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer (seperti atom atau molekul).

g. Intensitas cahaya (kandela)

Intensitas cahaya menyatakan kekuatan pancaran cahaya dalam arah tertentu. Satuan intensitas cahaya dalam SI adalah kandela (cd). Definisi kandela didasarkan pada pancaran radiasi monokromatik yaitu, 1 kandela adalah intensitas cahaya yang dipancarkan oleh sumber yang memancarkan radiasi monokromatik dengan frekuensi 540×10^{12} Hz dan memiliki intensitas radiasi sebesar $1/683$ watt per steradian.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(g)

Alat ukur masing-masing besaran pokok diantaranya, (a) meteran, (b) neraca analitik, (c) stopwatch analog, (d) amperemeter, (e) termometer klinis digital, (g) luxmeter – canva.com

Contoh Soal

Dalam sebuah eksperimen, seorang peneliti menghitung tekanan yang bekerja pada permukaan berdasarkan besar gaya dan luas bidang tekan. Jika satuan gaya adalah newton (N) dan satuan luas adalah meter persegi (m^2), maka satuan tekanan yang sesuai dalam SI adalah

Jawaban:

Pascal (Pa)

Pembahasan:

Soal ini menguji pemahaman siswa terhadap besaran turunan, dengan menuntut mereka untuk menalar satuan baru berdasarkan hubungan antarbesaran. Diberikan:

$$\text{Tekanan} = \frac{\text{Gaya}}{\text{Luas}}$$

Diketahui:

Gaya memiliki satuan SI = newton (N)

Luas memiliki satuan SI = meter persegi (m^2)

Substitusi ke rumus:

$$\text{Satuan Tekanan} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Kemudian, uraikan 1 newton dalam satuan dasar SI:

$$N = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

Maka satuan tekanan:

$$\frac{1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{\text{m}^2} = 1 \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{s}^2)$$

Satuan ini dikenal dalam SI sebagai pascal (Pa), di mana:

$$\text{Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Dimensi Besaran Fisika

Dimensi adalah cara menyatakan suatu besaran fisika dalam bentuk besaran pokok. Setiap besaran turunan dapat diuraikan ke dalam dimensi berdasarkan hubungan matematisnya.

a. Manfaat Penggunaan Dimensi Besaran Fisika:

- ▷ Memeriksa kesetaraan rumus (analisis dimensional)
- ▷ Menurunkan rumus baru
- ▷ Mengkonversi satuan secara tidak langsung

b. Contoh Dimensi Besaran Fisika:

Tabel Dimensi Besaran Fisika

Besaran	Rumus Fisika	Dimensi
Kecepatan	$v = \frac{s}{t}$	$L T^{-1}$
Percepatan	$a = \frac{v}{t}$	$L T^{-2}$
Gaya	$F = m \cdot a$	$M L T^{-2}$
Tekanan	$P = \frac{F}{A}$	$M L^{-1} T^{-2}$
Energi	$E = F \cdot s$	$M L^2 T^{-2}$
Daya	$P = \frac{E}{t}$	$M L^2 T^{-3}$

Rangkuman

1. Konsep dan Nilai-Nilai dalam Fisika

- b. Fisika merupakan bagian dari sains yang hakikatnya mencakup tiga aspek utama: fisika sebagai produk, proses, dan sikap.
- c. Fisika sebagai produk mencakup kumpulan pengetahuan seperti: fakta, konsep, prinsip, hukum, teori, dan rumus.

2. Konsep Metode Ilmiah

- a. Metode ilmiah adalah pendekatan sistematis untuk memperoleh pengetahuan melalui langkah-langkah seperti observasi, perumusan masalah, hipotesis, eksperimen, dan evaluasi.
- b. Metode ini memiliki karakteristik objektif, logis, sistematis, dan berlaku umum. Unsur-unsurnya mencakup pengamatan, dugaan sementara (hipotesis), prediksi, pengujian eksperimen, dan simpulan. Karakter ilmiah seperti empiris, konseptual, dan kritis juga melekat dalam metode ini.

3. Prosedur Keselamatan Kerja dalam Kegiatan Laboratorium

- a. Keselamatan kerja di laboratorium merupakan aspek penting dalam praktik ilmiah. Hal-hal yang perlu diperhatikan meliputi penggunaan alat pelindung diri (jas lab, sarung tangan, kacamata pelindung), pemahaman terhadap alat dan bahan, serta penanganan limbah.
- b. Penting untuk mengenali simbol-simbol bahan kimia berbahaya seperti beracun, korosif, mudah terbakar, dan gas bertekanan.

4. Peran Fisika dalam Kehidupan

Fisika memiliki peran besar dalam berbagai bidang kehidupan. Dalam ekonomi, fisika digunakan dalam alat ukur seperti timbangan. Di bidang kesehatan, prinsip fisika diterapkan dalam teknologi pencitraan seperti MRI dan sinar-X. Dalam transportasi, fisika digunakan dalam sistem pengereman dan desain aerodinamis kendaraan. Fisika juga mendasari teknologi industri, astronomi, dan pengembangan teknologi digital, seperti komputer dan jaringan komunikasi.

5. Besaran, Satuan, dan Ketidakpastian dalam Fisika

Pengukuran adalah proses membandingkan suatu besaran dengan satuan tertentu. Setiap hasil pengukuran mengandung ketidakpastian yang dapat disebabkan oleh skala terkecil alat ($\Delta x = \frac{1}{2} \times \text{NST}$), kesalahan sistematis, kesalahan acak, atau keterbatasan pengamat. Besaran fisika dibagi menjadi besaran pokok (panjang, massa, waktu, dll.) dan besaran turunan (kecepatan, gaya, tekanan, dll.). Satuan yang digunakan harus mengacu pada sistem internasional (SI).

6. Kesalahan pada Hasil Pengukuran

- a. Hasil pengukuran selalu ditulis dalam bentuk $x \pm \Delta x$, di mana Δx merupakan ketidakpastian.
- b. Dalam pengukuran tunggal tanpa skala nonius, ketidakpastian diperoleh dari skala terkecil ($\Delta x = \frac{1}{2} \times \text{NST}$).
- c. Pada jangka sorong, digunakan rumus $\text{SN} = \frac{\text{SU}}{N}$ untuk menentukan skala nonius. Mikrometer sekrup memiliki skala nonius 50 bagian, sehingga ketelitiannya mencapai 0,01 mm. Pada alat digital, ketidakpastian biasanya diambil sebesar ± 1 digit terakhir. Dalam pengukuran berulang, hasil dinyatakan sebagai $\bar{x} \pm S$, yaitu nilai rata-rata ditambah simpangan baku.

7. Konsep Angka Penting

- Angka penting menunjukkan seberapa teliti suatu hasil pengukuran. Ada lima aturan dalam menentukan angka penting, salah satunya bahwa semua angka bukan nol dianggap penting.
- Ketidakpastian relatif dihitung dengan rumus:

$$\text{Ketidakpastian Relatif} = \left(\frac{\Delta x}{x} \right) \times 100\%$$

- Dalam operasi matematika, penjumlahan dan pengurangan mengikuti jumlah angka di belakang koma terkecil, sedangkan perkalian dan pembagian mengikuti jumlah angka penting terkecil.
- Notasi eksponen digunakan untuk menyatakan bilangan sangat besar atau sangat kecil, misalnya 3×10^8 m/s untuk kecepatan cahaya.

8. Konsep Besaran dan Satuan

Besaran pokok adalah besaran dasar yang tidak diturunkan, seperti panjang (meter), massa (kilogram), dan waktu (sekon). Besaran turunan merupakan hasil kombinasi besaran pokok, seperti gaya $F = m \cdot a$. Semua besaran memiliki satuan SI yang distandardisasi. Dimensi digunakan untuk memeriksa kebenaran rumus, misalnya dimensi gaya adalah $M \cdot L \cdot T^{-2}$.

Latihan Soal

1. Manakah pernyataan berikut yang menunjukkan fisika sebagai proses?
 - A. Hukum Newton digunakan untuk menganalisis gerakan mobil.
 - B. Peneliti melakukan pengamatan dan mengajukan hipotesis dalam eksperimen.
 - C. Fisika menjelaskan konsep energi dan gaya.
 - D. Fisika menghasilkan rumus yang digunakan dalam teknologi.
 - E. Ilmuwan bersikap jujur dalam menyampaikan hasil penelitian.
2. Langkah pertama dalam metode ilmiah yang dilakukan saat seseorang mengamati fenomena lalu bertanya "mengapa bisa terjadi?" adalah...
 - A. Menyusun hipotesis
 - B. Melakukan eksperimen
 - C. Mengumpulkan data
 - D. Merumuskan masalah
 - E. Mengambil kesimpulan
3. Simbol berikut digunakan untuk menandai bahan kimia yang dapat menyebabkan luka bakar atau kerusakan jaringan tubuh adalah...
 - A. Tengkorak dan tulang bersilang
 - B. Api menyala
 - C. Tanda seru
 - D. Tetes cairan mengenai tangan
 - E. Silinder gas
4. Teknologi sinar-X yang digunakan dalam bidang kedokteran memanfaatkan prinsip dasar fisika yaitu...
 - A. Gaya gravitasi
 - B. Gelombang elektromagnetik
 - C. Induksi magnetik
 - D. Hukum Archimedes
 - E. Fluida statis
5. Jika suatu alat ukur memiliki nilai skala terkecil (NST) sebesar 0,2 cm, maka ketidakpastian pengukurannya adalah...
 - A. 0,02 cm
 - B. 0,1 cm
 - C. 0,05 cm
 - D. 0,2 cm
 - E. 0,01 cm

6. Sebuah benda diukur 5 kali dan didapat hasil (dalam cm): 12,0; 12,2; 11,9; 12,1; 12,0. Rata-rata hasil pengukuran adalah...
- A. 12,0 cm
 - B. 12,04 cm
 - C. 12,1 cm
 - D. 11,98 cm
 - E. 12,2 cm
7. Gaya memiliki satuan newton (N) dan dirumuskan sebagai massa dikali percepatan. Berdasarkan hal tersebut, dimensi dari gaya adalah...
- A. $M T^2$
 - B. $M L T$
 - C. $M L T^{-2}$
 - D. $M L^{-1} T$
 - E. $M L^2 T^{-2}$

Akses latihan soal
lainnya di sini yuk!



Referensi

- BIPM. (2019). *The International System of Units (SI) (9th ed.)*. Bureau International des Poids et Mesures. <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure>
- Collette, A. T., & Chiappetta, E. L. (1984). *Science instruction in the middle and secondary schools* (2nd ed.). Charles E. Merrill Publishing Company.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). *Fundamentals of physics* (10th ed.). Wiley.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2017). *Modul Guru Pembelajar Fisika SMA: Kelompok Kompetensi A*. Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2010). *Physics for scientists and engineers with modern physics* (8th ed.). Brooks/Cole.
- Sutrisno, B., & Haryadi. (2020). *Pengantar fisika dasar*. Deepublish.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2008). *Physics for scientists and engineers* (6th ed.). W. H. Freeman and Company.
- OECD. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- Departemen Pendidikan Nasional. (2008). *Panduan pengembangan bahan ajar fisika*. Direktorat Pembinaan SMA, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.



BAB 2

JENIS DAN SUMBER ENERGI

Karakter Pelajar Pancasila

Bernalar kritis, peduli lingkungan, kreatif

Kata Kunci: Energi Panas, Energi Gerak, Energi Listrik, Energi Cahaya, Energi Kimia, Perubahan Energi, Sumber Energi, Energi Alternatif, Dampak Lingkungan, Teknologi Energi

Tujuan Pembelajaran: Memahami Jenis dan Perubahan Bentuk Energi dalam Kehidupan Sehari-hari

1. Mengidentifikasi jenis-jenis energi dan mendeskripsikan perubahan energi yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari

- ▷ Mampu menyebutkan dan membedakan berbagai bentuk energi seperti panas, gerak, listrik, cahaya, dan kimia.
- ▷ Memahami contoh perubahan energi dalam kehidupan sehari-hari, seperti energi listrik menjadi panas pada setrika.

2. Menganalisis masalah sumber energi dan dampaknya dalam kehidupan masyarakat modern

- ▷ Menjelaskan keterbatasan sumber energi tidak terbarukan serta risiko penggunaannya secara berlebihan.

- ▷ Mengaitkan penggunaan energi dengan isu lingkungan seperti polusi, pemanasan global, dan krisis energi.

3. Mengidentifikasi dan mendeskripsikan sumber energi alternatif

- ▷ Menjelaskan berbagai sumber energi terbarukan seperti matahari, angin, air, panas bumi, dan bioenergi.
- ▷ Menguraikan keunggulan energi alternatif dalam hal keberlanjutan dan dampak lingkungan yang lebih rendah.

4. Menganalisis transformasi energi pada produk teknologi

- ▷ Mengidentifikasi bentuk perubahan energi pada alat teknologi, misalnya energi listrik menjadi cahaya pada lampu.
- ▷ Menjelaskan proses kerja alat berdasarkan perubahan bentuk energi yang terjadi di dalamnya.



F I T R I



1. Energi dalam Kehidupan

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha atau kerja. Dalam kehidupan sehari-hari, energi menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari segala aktivitas manusia. Tanpa energi, tidak mungkin manusia dapat bergerak, menjalankan peralatan rumah tangga, menggerakkan kendaraan, ataupun memproduksi barang di pabrik. Energi menjadi kunci utama dalam pembangunan dan kemajuan peradaban manusia.



*Ilustrasi Pemanfaatan Energi untuk Kehidupan Sehari-hari -
Shutterstock.com.2107579478*

Energi hadir dalam berbagai bentuk yang masing-masing memiliki karakteristik dan sumber yang berbeda. Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh suatu benda karena gerakannya, sedangkan energi potensial merupakan energi yang tersimpan dalam suatu benda akibat posisinya, seperti air yang tertahan di bendungan. Energi panas (termal) berasal dari perbedaan suhu dan dapat berpindah melalui proses konduksi, konveksi, atau radiasi. Ada juga energi kimia, yang tersimpan dalam ikatan-ikatan kimia di dalam molekul, seperti pada bahan bakar fosil maupun makanan. Energi listrik dihasilkan dari aliran elektron melalui konduktor dan sangat penting dalam kehidupan modern. Sementara itu, energi nuklir berasal dari proses pemecahan (fisi) atau penggabungan (fusi) inti atom yang menghasilkan energi sangat besar. Terakhir, energi cahaya adalah bentuk energi yang berasal dari radiasi elektromagnetik, dengan sinar matahari sebagai contoh paling umum dan penting bagi kehidupan di bumi.

Semua bentuk energi tersebut bisa dimanfaatkan oleh manusia dalam berbagai sektor seperti transportasi, industri, pertanian, dan kehidupan rumah tangga.

Energi Primer

Energi primer adalah energi yang berasal langsung dari alam dan belum mengalami proses konversi atau pengolahan. Energi ini merupakan bentuk awal dari energi sebelum digunakan atau diubah menjadi bentuk lain yang lebih mudah dimanfaatkan seperti energi matahari yang dapat digunakan langsung melalui panel surya atau diproses menjadi energi listrik melalui sistem fotovoltaik.

Contoh dari energi primer antara lain:

- Bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam.
- Energi dari matahari, angin, air, dan panas bumi.
- Biomassa, seperti kayu bakar atau limbah pertanian.

Energi Sekunder

Energi sekunder adalah energi yang telah mengalami proses konversi atau transformasi dari energi primer agar lebih mudah digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Proses konversi ini dilakukan untuk meningkatkan efisiensi, kemudahan distribusi, atau keamanan penggunaan energi. Energi sekunder biasanya merupakan bentuk energi yang lebih praktis untuk dimanfaatkan dalam teknologi modern, seperti untuk menyalakan peralatan elektronik, kendaraan bermotor, atau mesin industri.

Contoh energi sekunder:

- Listrik, yang merupakan hasil konversi dari berbagai sumber energi primer seperti batu bara, air (PLTA), atau panas bumi.
- Bahan bakar olahan seperti bensin, solar, dan LPG yang merupakan hasil penyulingan minyak bumi.
- Biodiesel dan bioetanol, yang merupakan hasil olahan dari biomassa.



Fakta Fisika di Sekitarmu

Petir adalah salah satu bentuk energi listrik alami terbesar di bumi. Satu sambaran petir bisa menghasilkan energi sekitar 1 miliar joule, cukup untuk menyalakan satu lampu 100 watt selama lebih dari 3 bulan.



Petir - shutterstock.com.406163074

Contoh Soal

Sebuah pembangkit listrik tenaga air (PLTA) memanfaatkan air yang ditampung di bendungan untuk menghasilkan listrik. Jika dilihat dari prosesnya, terjadi transformasi bertingkat dari energi potensial menjadi energi listrik. Bentuk energi antara yang muncul di antara kedua bentuk energi tersebut adalah energi.....

Jawaban:

Kinetik

Pembahasan:

Air yang berada di ketinggian memiliki **energi potensial**. Saat air dialirkan turun menuju turbin, potensinya berubah menjadi **energi kinetik** karena air bergerak. Energi kinetik ini kemudian digunakan untuk memutar turbin, yang akhirnya dikonversi menjadi **energi listrik** melalui generator.

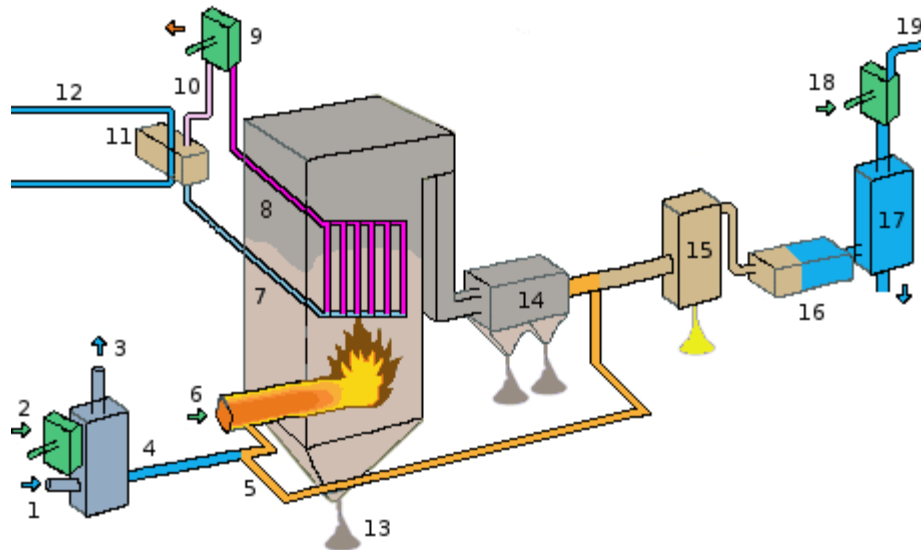
Jadi, sebelum energi listrik terbentuk, ada satu bentuk energi yang sangat penting dalam prosesnya, yaitu **energi kinetik**.



2. Sumber Energi Tidak Terbarukan

Energi tidak terbarukan adalah jenis energi yang berasal dari sumber daya alam yang terbentuk melalui proses geologis dalam waktu yang sangat lama dan tidak dapat diperbarui dalam skala waktu manusia. Artinya, jika habis digunakan, energi jenis ini tidak bisa diproduksi ulang dengan cepat. Contoh utamanya adalah batu bara, minyak bumi, dan gas alam.

Meskipun memberikan energi dalam jumlah besar, penggunaan energi tidak terbarukan juga menimbulkan berbagai masalah, seperti pencemaran lingkungan, emisi gas rumah kaca, serta keterbatasan ketersediaan sumber daya. Oleh karena itu, penting untuk memahami jenis-jenis energi ini secara menyeluruh.



Operasi pembangkit listrik CCS oxyfuel memproses gas buang untuk memisahkan CO₂ sehingga dapat disimpan atau dipisahkan merupakan clean coal technology – Wikimedia.com

Batu Bara

a. Definisi Batu Bara

Batu bara adalah bahan bakar fosil yang terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang mengendap dan terurai dalam kondisi tekanan dan suhu tinggi selama jutaan tahun. Secara kimia, batu bara terdiri dari karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan sedikit unsur sulfur. Batu bara merupakan salah satu sumber energi paling tua dan telah digunakan manusia sejak Revolusi Industri untuk menggerakkan mesin uap.

b. Proses Pembentukan Batu Bara

Proses pembentukan batu bara dikenal sebagai koalifikasi (*coalification*), yaitu perubahan sisa-sisa tumbuhan yang terpendam menjadi batu bara melalui empat tahapan utama yaitu, pembentukan gambut, lignit, bitumen, dan antrasit. Dimulai dari akumulasi tumbuhan di rawa-rawa atau daerah lembap, sisa-sisa organik tersebut tertimbun oleh sedimen lain dan terjaga dari oksidasi. Seiring waktu, suhu dan tekanan dari lapisan tanah di atasnya membuat material ini mengalami transformasi kimia dan fisika, berubah menjadi batu bara dengan kandungan karbon yang semakin tinggi.

c. Klasifikasi Batu Bara Berdasarkan Kualitas

Batu bara diklasifikasikan berdasarkan kandungan karbon dan nilai kalorinya. Semakin tinggi kadar karbon, semakin besar energi yang bisa dihasilkan.

- Lignit (batu bara muda): mengandung karbon sekitar 25-35%, berwarna coklat kehitaman, dan memiliki kadar air tinggi. Energinya paling rendah dan sering digunakan di sekitar lokasi tambang karena sulit untuk disimpan dan diangkut.

- ▷ Bitumen: lebih tua dari lignit dan memiliki kandungan karbon lebih tinggi, sekitar 45-86%. Merupakan jenis batu bara yang paling banyak digunakan untuk pembangkit listrik dan industri.
- ▷ Antrasit: merupakan jenis batu bara dengan kualitas tertinggi, mengandung karbon lebih dari 86%, berwarna hitam mengkilap, dan menghasilkan panas sangat tinggi saat dibakar. Namun, jumlahnya sangat terbatas.

d. Potensi dan Pemanfaatan Batu Bara di Indonesia

Indonesia merupakan salah satu negara dengan cadangan batu bara terbesar di dunia, terutama di wilayah Kalimantan dan Sumatera. Batu bara menjadi komoditas ekspor utama dan juga digunakan secara luas dalam negeri sebagai bahan bakar utama pembangkit listrik tenaga uap (PLTU).

Selain untuk pembangkit listrik, batu bara juga dimanfaatkan dalam industri semen, baja, dan tekstil. Namun, tingginya penggunaan batu bara menimbulkan tantangan lingkungan, seperti pencemaran udara dan kontribusi terhadap perubahan iklim global. Oleh karena itu, pemerintah Indonesia mulai mendorong transisi energi dan pemanfaatan teknologi bersih seperti *clean coal technology* dan gasifikasi batu bara.



Fakta Fisika di Sekitarmu

Jejak Energi dari 300 Juta Tahun Lalu

Batu bara yang digunakan saat ini terbentuk dari tumbuhan purba yang hidup sekitar 300 juta tahun lalu di zaman Karbon (*Carboniferous Period*).



Formasi Hyden dan Formasi Pikeville di Kentucky, Amerika Serikat sebagai Lapisan Batu Bara – Wikimedia.com

Minyak Bumi

a. Definisi Minyak Bumi

Minyak bumi, atau sering disebut sebagai petroleum, adalah cairan kental berwarna cokelat hingga kehitaman yang terbentuk dari sisa-sisa makhluk hidup mikroskopis (plankton dan organisme laut) yang terendap jutaan tahun lalu di dasar laut. Dalam istilah kimia, minyak bumi merupakan campuran kompleks hidrokarbon atau senyawa yang terdiri dari atom karbon (C) dan hidrogen (H).

Minyak bumi menjadi salah satu sumber energi utama di dunia modern, digunakan sebagai bahan bakar kendaraan, pembangkit listrik, serta bahan dasar untuk berbagai produk kimia dan industri, seperti plastik, pelumas, hingga obat-obatan.

b. Proses Pembentukan Minyak Bumi

Pembentukan minyak bumi adalah proses geologis panjang yang memakan waktu jutaan tahun. Awalnya, plankton dan mikroorganisme laut mati dan mengendap di dasar laut, bercampur dengan lumpur dan sedimen. Seiring waktu, lapisan-lapisan ini tertimbun semakin dalam, menciptakan kondisi tanpa oksigen (anaerob) yang memungkinkan proses dekomposisi secara perlahan.

Dengan tekanan dari lapisan sedimen di atasnya dan panas dari dalam bumi, sisa-sisa organik ini mengalami transformasi kimia menjadi kerogen, kemudian berubah menjadi minyak dan gas bumi dalam batuan induk. Minyak kemudian merembes ke atas dan terperangkap dalam lapisan batuan yang lebih kedap, menciptakan kantong-kantong minyak yang bisa diekstraksi dengan pengeboran.

c. Prinsip Distilasi

Setelah minyak bumi diekstraksi, ia tidak langsung bisa digunakan. Untuk memanfaatkannya, minyak mentah harus melalui proses pemisahan yang disebut distilasi fraksional di kilang minyak. Prinsip kerja distilasi ini didasarkan pada perbedaan titik didih komponen-komponen dalam minyak mentah.

Minyak mentah dipanaskan hingga menjadi uap dan dialirkan ke dalam menara distilasi. Di dalam menara tersebut, uap akan naik dan mulai mengembun pada tingkat yang berbeda tergantung titik didihnya.

- ▷ Senyawa dengan titik didih rendah seperti gas LPG akan naik hingga ke bagian atas.
- ▷ Bensin, minyak tanah, dan solar mengembun di bagian tengah.
- ▷ Sementara residu berat seperti aspal atau minyak pelumas akan tertinggal di bagian bawah.

Gas Alam

a. Definisi Gas Alam

Gas alam adalah salah satu sumber energi fosil yang berbentuk gas dan tersimpan di dalam lapisan batuan bawah permukaan bumi. Seperti halnya minyak bumi dan batu bara, gas alam terbentuk dari sisa-sisa makhluk hidup purba yang terdekomposisi selama jutaan tahun. Gas ini sebagian besar terdiri dari metana (CH_4), yaitu senyawa hidrokarbon yang mudah terbakar dan menghasilkan energi besar saat dibakar. Karena sifatnya yang bersih dan efisien, gas alam sering dianggap sebagai "energi fosil paling ramah lingkungan" dibandingkan batu bara atau minyak bumi.

b. Proses Pembentukan Gas Alam

Proses pembentukan gas alam mirip dengan pembentukan minyak bumi, karena keduanya berasal dari sisa organisme laut seperti plankton yang terendap di dasar laut. Ketika organisme-organisme ini mati, mereka tertimbun oleh sedimen dan mengalami dekomposisi secara perlahan dalam kondisi minim oksigen. Seiring waktu, tekanan dan panas dari lapisan sedimen di atasnya menyebabkan perubahan kimia pada material organik ini. Pada suhu dan



Pabrik Pemrosesan Gas Alam – Wikimedia.com

tekanan tertentu, sebagian sisa organisme tersebut berubah menjadi minyak bumi, sementara sisanya yang mengalami suhu dan tekanan lebih tinggi akan berubah menjadi gas alam. Gas ini lalu terjebak dalam pori-pori batuan, membentuk kantong gas yang dapat diekstraksi dengan pengeboran.

c. Komponen Penyusun Gas Alam

Gas alam tidak hanya terdiri dari metana saja, meskipun metana adalah komponen utamanya. Sebelum digunakan, gas alam biasanya harus diproses untuk menghilangkan kandungan air, karbon dioksida, dan senyawa berbahaya lainnya.

Komposisi umum gas alam antara lain:

- ▷ Metana (CH_4): komponen utama, sekitar 70–90%.
- ▷ Etana (C_2H_6), Propana (C_3H_8), dan Butana (C_4H_{10}): hidrokarbon lain yang dapat dimanfaatkan sebagai LPG atau bahan bakar industri.
- ▷ Karbon dioksida (CO_2) dan nitrogen (N_2): biasanya merupakan pengotor yang harus dipisahkan.
- ▷ Hidrogen sulfida (H_2S): zat beracun dan korosif yang juga harus dibersihkan dalam proses pengolahan.

d. Potensi dan Pemanfaatan Gas Alam di Indonesia

Indonesia memiliki potensi gas alam yang sangat besar, terutama dalam bentuk gas alam konvensional dan gas alam cair (*Liquefied Natural Gas*). Cadangan gas alam Indonesia tersebar di berbagai wilayah, seperti Kalimantan, Sumatera, Papua, dan Natuna.

Pemanfaatan gas alam di Indonesia mencakup berbagai sektor:

- ▷ Pembangkit listrik (PLTG atau PLTGU) yang menggunakan gas sebagai bahan bakar utama.
- ▷ Bahan bakar rumah tangga dalam bentuk LPG atau CNG (Compressed Natural Gas).
- ▷ Industri, sebagai bahan bakar untuk proses produksi yang lebih bersih dibandingkan batu bara.
- ▷ Ekspor, terutama LNG ke negara-negara Asia Timur seperti Jepang, Korea Selatan, dan Tiongkok.

Namun, tantangan ke depan adalah bagaimana mengelola cadangan gas secara efisien sambil tetap menjaga keberlanjutan lingkungan. Pengembangan infrastruktur distribusi gas seperti jaringan pipa dan fasilitas regasifikasi menjadi kunci untuk memperluas pemanfaatannya di dalam negeri.

Contoh Soal

Dua pembangkit listrik masing-masing menggunakan batu bara dan gas alam sebagai bahan bakar. Setelah dilakukan analisis, ditemukan bahwa pembangkit berbahan bakar gas alam menghasilkan emisi karbon lebih rendah dibandingkan batu bara. Salah satu penyebabnya adalah karena gas alam mengandung komponen utama berupa yang menghasilkan pembakaran lebih bersih.

Jawaban:

Metana

Pembahasan:

Gas alam memiliki **metana (CH_4)** sebagai komponen utama yang tersusun dari hidrokarbon sederhana dan menghasilkan lebih sedikit karbon dioksida (CO_2) saat dibakar dibandingkan batu bara, sehingga mengandung banyak karbon padat dan menghasilkan lebih banyak emisi saat proses pembakaran.

Dengan demikian, meskipun keduanya termasuk energi tidak terbarukan, **gas alam dianggap sebagai opsi yang lebih ramah lingkungan** dalam masa transisi energi.



3. Sumber Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah sumber energi yang berasal dari proses alam yang dapat diperbarui secara terus-menerus dalam waktu relatif singkat. Berbeda dengan energi tidak terbarukan, sumber energi ini tidak akan habis jika dikelola dengan baik. Energi terbarukan dianggap sebagai solusi utama untuk mengatasi krisis energi sekaligus menurunkan dampak perubahan iklim, karena sebagian besar tidak menghasilkan emisi karbon.

Beberapa jenis energi terbarukan antara lain berasal dari matahari, angin, air, panas bumi, dan bioenergi. Masing-masing memiliki kelebihan, tantangan, dan potensi tersendiri, terutama di negara tropis seperti Indonesia.

Matahari

a. Definisi Energi Matahari



Pemanfaatan Fotovoltaik sebagai Sumber Energi Traktor Elektrik dalam Kegiatan Pertanian – Wikimedia.com

Energi matahari adalah energi yang berasal dari sinar dan panas matahari. Energi ini merupakan sumber utama bagi kehidupan di Bumi dan menjadi asal mula sebagian besar energi lain, termasuk energi angin dan biomassa. Dalam konteks teknologi modern, energi matahari dapat diubah menjadi listrik menggunakan panel surya (fotovoltaik) atau dimanfaatkan sebagai sumber panas melalui kolektor surya.

Energi matahari sangat bersih dan tidak menghasilkan polusi. Sinar matahari juga tersedia secara melimpah di hampir seluruh wilayah di dunia, termasuk Indonesia, sehingga menjadikannya salah satu sumber energi terbarukan paling potensial.

b. Potensi dan Pemanfaatan Energi Matahari di Indonesia

Sebagai negara yang berada di garis khatulistiwa, Indonesia memiliki intensitas cahaya matahari yang tinggi sepanjang tahun, rata-rata sekitar 4,8 kWh/m² per hari. Ini membuat Indonesia sangat ideal untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), baik skala rumah tangga maupun skala besar.

Beberapa pemanfaatan energi matahari di Indonesia antara lain:

- ▷ PLTS Atap, digunakan oleh rumah tangga, sekolah, dan gedung perkantoran untuk menghemat biaya listrik.
- ▷ PLTS Skala Besar, seperti PLTS di Kupang, Nusa Tenggara Timur, dan di Cirata, Jawa Barat, yang terus dikembangkan pemerintah.
- ▷ Penerangan jalan tenaga surya (PJUTS), yang digunakan di wilayah terpencil tanpa jaringan listrik PLN.
- ▷ Pengeringan hasil pertanian dengan energi matahari untuk proses yang lebih hemat energi dan ramah lingkungan.

Namun, pengembangan energi matahari juga menghadapi tantangan seperti biaya awal instalasi yang cukup tinggi, kebutuhan akan lahan luas untuk PLTS skala besar, dan ketergantungan terhadap kondisi cuaca. Meski begitu, perkembangan teknologi terus menurunkan biaya dan meningkatkan efisiensi, membuat energi matahari semakin menjanjikan di masa depan.

Angin

a. Definisi Energi Angin

Energi angin adalah energi yang dihasilkan dari pergerakan udara akibat perbedaan tekanan dan suhu di atmosfer. Angin merupakan salah satu bentuk energi kinetik alami yang bisa diubah menjadi energi mekanik, dan selanjutnya menjadi energi listrik dengan bantuan alat yang disebut turbin angin.

Turbin angin bekerja dengan memanfaatkan baling-baling besar yang berputar saat tertiup angin. Putaran ini menggerakkan poros dan generator yang mengubah energi gerak menjadi listrik. Energi angin termasuk energi yang bersih, tidak menghasilkan emisi, serta bisa terus diperbarui selama pergerakan atmosfer terus terjadi secara alami.

b. Potensi dan Pemanfaatan Energi Angin di Indonesia

Meskipun tidak sekuat negara-negara beriklim subtropis, Indonesia tetap memiliki potensi energi angin yang signifikan, terutama di daerah pesisir, dataran tinggi, dan wilayah dengan kontur terbuka. Kecepatan angin yang ideal untuk pembangkit listrik biasanya berada di atas 4 meter per detik. Beberapa wilayah di Indonesia seperti Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Timur (NTT), dan sebagian wilayah Pantai Selatan Jawa memenuhi syarat ini.

Pemanfaatan energi angin di Indonesia antara lain:

- ▷ Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), seperti PLTB Sidrap di Sulawesi Selatan yang menjadi salah satu proyek besar energi terbarukan di Indonesia.
- ▷ PLTB Jeneponto, juga di Sulawesi Selatan, beroperasi untuk memasok listrik bersih ke jaringan nasional.
- ▷ Kincir angin skala kecil, digunakan di wilayah terpencil untuk kebutuhan penerangan atau pompa air.
- ▷ Pengembangan hybrid system, yaitu kombinasi antara energi angin dan surya untuk meningkatkan stabilitas pasokan di daerah yang belum terjangkau listrik PLN.

Tantangan utama pengembangan energi angin di Indonesia adalah ketersediaan lahan luas yang cocok, fluktuasi kecepatan angin, serta kebutuhan akan teknologi turbin yang sesuai dengan karakteristik angin tropis. Namun, dengan kemajuan teknologi dan komitmen terhadap transisi energi bersih, potensi ini semakin dilirik sebagai bagian penting dari bauran energi nasional.



Fakta Fisika di Sekitarmu

Kincir Raksasa yang Mengalahkan Sayap Pesawat

Turbin angin modern memiliki baling-baling sepanjang lebih dari 60 meter, bahkan ada yang lebih panjang dari sayap pesawat Boeing 747.



Air

a. Definisi Energi Air

Energi air, atau disebut juga energi hidro, adalah energi yang diperoleh dari pergerakan massa air, terutama aliran sungai atau jatuhan air dari ketinggian. Energi ini dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik dalam sistem yang dikenal sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).

PLTA bekerja dengan memanfaatkan energi potensial air yang tertampung di bendungan. Ketika air dilepaskan, energi potensialnya berubah menjadi energi kinetik yang memutar turbin. Gerakan turbin ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator. Selain itu, ada juga sistem mikrohidro yang berskala kecil dan cocok untuk daerah terpencil yang belum terjangkau listrik konvensional.

Energi air termasuk energi yang bersih dan terbarukan, serta mampu menghasilkan listrik dalam jumlah besar dan stabil, tergantung pada volume air dan kontur geografis wilayah tersebut.

b. Potensi dan Pemanfaatan Energi Air di Indonesia

Sebagai negara dengan ribuan sungai dan wilayah pegunungan yang luas, Indonesia memiliki potensi energi air yang sangat besar. Diperkirakan potensi teknis energi air di Indonesia mencapai lebih dari 75.000 MW, namun yang baru dimanfaatkan secara optimal masih sebagian kecilnya.



Bendungan Tiga Ngarai di China bagian tengah adalah pembangkit listrik terbesar sedunia. – Wikimedia.com

Pemanfaatan energi air di Indonesia meliputi:

- ▷ PLTA skala besar, seperti PLTA Cirata di Jawa Barat, PLTA Saguling, dan PLTA Jatiluhur.
- ▷ PLTM (Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro) dan PLTMH (Mikrohidro), yang banyak dikembangkan di daerah pegunungan seperti di Sumatera Barat, Sulawesi, dan Nusa Tenggara.
- ▷ Pengairan dan irigasi, yang bisa digabungkan dengan pembangkit mikrohidro untuk efisiensi ganda (listrik + pertanian).
- ▷ Program listrik desa, terutama di wilayah-wilayah yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN.

Kelebihan dari energi air adalah daya hasilnya yang besar dan bisa diandalkan secara terus-menerus, terutama di wilayah dengan curah hujan tinggi. Namun, tantangan juga muncul seperti ketergantungan terhadap musim (musim kemarau dapat mengurangi debit air), dampak ekologi dari pembangunan bendungan, dan biaya awal konstruksi yang cukup tinggi.

Panas Bumi (Geothermal)

a. Definisi Panas Bumi

Energi panas bumi, atau dikenal sebagai *geothermal*, adalah energi yang berasal dari panas alami yang tersimpan di dalam perut bumi. Panas ini berasal dari aktivitas geologis seperti peluruhan radioaktif mineral, gesekan batuan, dan sisa panas dari pembentukan bumi. Di beberapa titik tertentu, panas ini dapat naik ke permukaan dalam bentuk uap, air panas, atau batuan panas.

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) digunakan untuk mengubah panas bumi menjadi listrik. Proses ini biasanya melibatkan pengeboran ke dalam tanah untuk mencapai sumber panas, lalu mengalirkan uap atau air panas ke permukaan untuk memutar turbin dan menghasilkan listrik.

Geothermal termasuk energi yang sangat stabil, karena tidak tergantung pada cuaca seperti matahari atau angin. Selain itu, pembangkitnya menghasilkan emisi gas rumah kaca yang sangat rendah dibandingkan pembangkit berbahan bakar fosil.

b. Potensi dan Pemanfaatan Panas Bumi di Indonesia



Kawasan PLTP Kamojang Indonesia – Shutterstock.com. 2370616715

Indonesia memiliki potensi panas bumi terbesar kedua di dunia, setelah Amerika Serikat. Hal ini disebabkan letak geografis Indonesia yang berada di cincin api Pasifik (*Ring of Fire*), kawasan dengan banyak gunung berapi aktif yang menyimpan energi panas bumi dalam jumlah besar.

Potensi panas bumi Indonesia diperkirakan mencapai lebih dari 29.000 MW, namun yang baru dimanfaatkan masih sekitar 10%-15%. Pemanfaatannya terus berkembang, baik melalui proyek pemerintah maupun swasta.

Beberapa daerah yang menjadi pusat pengembangan energi panas bumi antara lain:

- PLTP Kamojang di Jawa Barat, salah satu yang tertua di Indonesia.
- PLTP Wayang Windu di Jawa Barat.
- PLTP Sarulla di Sumatera Utara, salah satu PLTP terbesar di dunia.
- PLTP Lahendong di Sulawesi Utara.

Selain untuk pembangkit listrik, panas bumi juga mulai dimanfaatkan untuk:

- Pemanas air rumah tangga dan hotel.
- Pengering hasil pertanian dan peternakan.
- Pemanasan rumah kaca (*greenhouse*) untuk pertanian di dataran tinggi.

Tantangan dalam pemanfaatan energi ini meliputi: biaya eksplorasi yang tinggi, risiko kegagalan pengeboran, serta dampak lingkungan lokal seperti penurunan permukaan tanah dan pelepasan gas dari perut bumi. Namun, dengan pengelolaan yang hati-hati dan teknologi yang terus berkembang, energi panas bumi menjadi andalan masa depan Indonesia.

Bioenergi

a. Definisi Bioenergi

Bioenergi adalah energi yang berasal dari bahan organik (biomassa) seperti tumbuhan, limbah pertanian, kotoran hewan, hingga sampah organik rumah tangga. Energi ini disebut “bio” karena berasal dari makhluk hidup atau bahan hayati yang dapat diperbarui secara berkelanjutan.

Bioenergi dapat digunakan secara langsung dalam bentuk biomassa padat (seperti kayu bakar), atau melalui pengolahan menjadi bentuk lain yang lebih efisien, seperti biofuel (biodiesel dan bioetanol), biogas, dan pelet biomassa. Bioenergi menjadi solusi penting karena mampu mengolah limbah menjadi energi sekaligus mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

b. Proses Pembentukan Bioenergi



Pembentukan bioenergi tergantung pada jenis bahan dan teknologi yang digunakan. Berikut beberapa proses utamanya:

- ▷ Biodiesel: dibuat dari minyak nabati (seperti kelapa sawit atau jarak) atau lemak hewani melalui proses kimia yang disebut transesterifikasi. Hasilnya adalah bahan bakar yang dapat digunakan di mesin diesel.
- ▷ Bioetanol: dihasilkan melalui fermentasi bahan yang kaya gula atau pati, seperti tebu, singkong, atau jagung. Bioetanol biasa digunakan sebagai campuran bensin (gasohol).
- ▷ Biogas: diproduksi dari fermentasi limbah organik oleh bakteri anaerob dalam reaktor tertutup. Komponen utamanya adalah metana, yang bisa digunakan untuk memasak atau menghasilkan listrik.
- ▷ Pelet biomassa: dibuat dari serbuk gergaji, sekam padi, dan limbah pertanian yang dikeringkan dan dipadatkan. Pelet ini bisa digunakan sebagai bahan bakar pengganti batu bara.

c. Potensi dan Pemanfaatan Bioenergi di Indonesia

Indonesia memiliki potensi bioenergi yang sangat besar berkat kekayaan sumber daya hayati dan limbah organik yang melimpah. Potensi ini tersebar di berbagai bentuk:

- ▷ Limbah pertanian seperti jerami, sekam padi, tongkol jagung.
- ▷ Limbah perkebunan seperti tandan kosong kelapa sawit dan kulit kopi.
- ▷ Limbah peternakan berupa kotoran sapi atau ayam.
- ▷ Tanaman energi, seperti singkong, tebu, jarak, dan nyamplung.

Pemanfaatannya pun sudah mulai diterapkan, antara lain:

- ▷ Penggunaan biodiesel (B35) sebagai campuran solar untuk kendaraan dan industri.
- ▷ Pemanfaatan bioetanol sebagai campuran bensin.
- ▷ Biogas skala rumah tangga dan peternakan, yang digunakan untuk memasak dan penerangan.
- ▷ Pengembangan pembangkit listrik tenaga biogas dan biomassa, terutama di daerah terpencil.

Tantangan dalam pengembangan bioenergi meliputi: ketersediaan bahan baku yang berkelanjutan, kompetisi dengan sektor pangan, serta kebutuhan akan infrastruktur pengolahan dan distribusi yang memadai.

Contoh Soal

Sebuah desa terpencil tidak memiliki akses ke jaringan listrik nasional dan memiliki curah matahari tinggi sepanjang tahun serta limbah pertanian melimpah. Untuk mencapai kemandirian energi yang berkelanjutan, kombinasi energi terbarukan yang paling sesuai adalah dan

Jawaban:

Energi matahari dan Bioenergi

Pembahasan:

Desa terpencil tanpa jaringan PLN membutuhkan sistem energi yang dapat berdiri sendiri (**off-grid**). Curah matahari tinggi memungkinkan pemanfaatan **PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya)** sebagai sumber energi utama di siang hari. Sementara **limbah pertanian** yang tersedia secara melimpah dapat diolah menjadi **biogas atau pelet biomassa**, yang bisa digunakan untuk memasak atau bahkan pembangkit listrik skala kecil di malam hari.

Pemilihan dua jenis energi ini mencerminkan prinsip transisi energi: **berbasis lokal, berkelanjutan, dan ramah lingkungan**.

Kegiatan Kelompok 1

Tujuan: Mengetahui jenis dan manfaat energi terbarukan di Indonesia.

- 1) Bentuk kelompok berisi 4–5 orang.
- 2) Pilih salah satu jenis energi terbarukan: matahari, angin, air, panas bumi, atau bioenergi.
- 3) Buat poster berisi:
 - ▷ Pengertian energi tersebut
 - ▷ Cara kerjanya
 - ▷ Contoh pemanfaatan di Indonesia
 - ▷ Kelebihan dan tantangan penggunaannya
- 4) Tambahkan gambar, ilustrasi, atau data sederhana untuk memperjelas isi.

Analisis dan Presentasi:

- 5) Bandingkan energi terbarukan yang dipilih dengan energi tidak terbarukan (misalnya batu bara). Tulis 3 poin perbedaan.
- 6) Presentasikan poster dan hasil analisis kelompok di depan kelas (maks. 5 menit).

Rangkuman

1. Energi dalam Kehidupan

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha/kerja. Energi memiliki ciri khas seperti, tidak bisa diciptakan atau dimusnahkan dan hanya bisa berubah bentuk. Contoh perubahan bentuk energi:

- Kimia (makanan) → Gerak (berjalan)
- Listrik → Cahaya + Panas (lampu)

2. Sumber Energi Tidak Terbarukan

- Ciri-ciri:
 - ▷ Terbentuk sangat lama (jutaan tahun)
 - ▷ Tidak bisa diperbarui dalam waktu singkat
 - ▷ Menimbulkan polusi (jika tidak dikelola dengan baik)
- Jenis:

Jenis Energi	Sumber	Pemanfaatan	Dampak
Batu Bara	Tumbuhan purba	PLTU, industri	Emisi CO ₂ tinggi
Minyak Bumi	Organisme laut	Transportasi, bahan kimia	Tumpahan minyak, CO ₂
Gas Alam	Organisme laut	Listrik, rumah tangga	Lebih bersih, tapi tetap fosil

3. Sumber Energi Terbarukan

- Ciri-ciri:
 - ▷ Bisa diperbarui alami (cepat)
 - ▷ Ramah lingkungan
 - ▷ Cocok untuk masa depan
- Jenis:

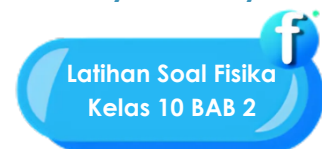
Jenis Energi	Sumber	Cara Kerja	Kelebihan
Matahari	Cahaya matahari	Panel surya → listrik	Melimpah di Indonesia
Angin	Pergerakan udara	Turbin angin → listrik	Bebas polusi
Air (Hidro)	Aliran air	PLTA → listrik	Stabil & besar
Panas Bumi	Panas dalam bumi	PLTP → listrik	Tidak tergantung cuaca
Bioenergi	Bahan organik	Biogas, biodiesel, dll	Gunakan limbah jadi energi

Latihan Soal

1. Perubahan energi apa yang terjadi ketika menyalakan kipas angin listrik?
 - A. Energi kimia menjadi energi gerak
 - B. Energi panas menjadi energi listrik
 - C. Energi listrik menjadi energi gerak
 - D. Energi cahaya menjadi energi gerak
 - E. Energi potensial menjadi energi listrik
2. Energi yang berasal langsung dari alam dan belum mengalami proses pengolahan disebut sebagai...
 - A. Energi sekunder
 - B. Energi potensial
 - C. Energi kinetik
 - D. Energi primer
 - E. Energi nuklir
3. Jenis batu bara dengan kualitas tertinggi dan kandungan karbon paling tinggi adalah...
 - A. Lignit
 - B. Bitumen
 - C. Gambut
 - D. Antrasit
 - E. Kerogen
4. Proses pemisahan komponen-komponen dalam minyak bumi berdasarkan titik didihnya disebut...
 - A. Ekstraksi
 - B. Filtrasi
 - C. Destilasi fraksional
 - D. Sublimasi
 - E. Evaporasi
5. Mengapa energi matahari dianggap sebagai salah satu sumber energi terbarukan paling potensial untuk Indonesia?
 - A. Karena mudah disimpan dalam bentuk kimia
 - B. Karena sinar matahari tersedia sepanjang malam
 - C. Karena tidak memerlukan peralatan mahal
 - D. Karena Indonesia berada di garis khatulistiwa dengan intensitas sinar matahari tinggi
 - E. Karena matahari menghasilkan energi listrik secara langsung tanpa teknologi
6. Sebuah desa pertanian menghasilkan limbah organik dari tanaman dan kotoran ternak dalam jumlah besar. Jenis energi terbarukan paling tepat untuk dimanfaatkan di desa tersebut adalah...
 - A. Energi air

- B. Energi panas bumi
- C. Energi angin
- D. Bioenergi
- E. Energi nuklir
7. Sebuah sekolah sedang mempertimbangkan untuk memasang dua jenis pembangkit energi terbarukan: panel surya di atap dan turbin angin kecil di lapangan. Setelah melakukan studi lingkungan, diketahui bahwa area sekitar sekolah memiliki banyak pepohonan tinggi dan kecepatan angin rata-rata rendah.
- Berdasarkan kondisi tersebut, keputusan paling tepat yang dapat diambil adalah...
- A. Memasang turbin angin karena membutuhkan lahan yang lebih luas
- B. Memasang panel surya karena tidak bergantung pada kecepatan angin
- C. Memasang kedua sistem karena keduanya sama-sama efisien
- D. Tidak memasang pembangkit apa pun karena lokasi tidak ideal
- E. Memasang turbin angin dengan memperpendek baling-balingnya

**Akses latihan soal
lainnya di sini yuk!**



Referensi

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. (2021). *Teknologi energi terbarukan untuk ketahanan energi nasional*. Jakarta: BPPT Press.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2020). *Statistik energi Indonesia 2020*. Jakarta: Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral (PUSDATIN ESDM). Retrieved from <https://www.esdm.go.id>

Sadiku, M. N. O. (2015). *Elements of energy: Energy systems, energy sources, energy storage*. Boca Raton, FL: CRC Press.

Sukardjo, R., & Suyono, H. (2018). *Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs Kelas VII*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

World Energy Council. (2019). *World energy resources 2019: Full report*. London: World Energy Council. Retrieved from <https://www.worldenergy.org>

Yudistira, D. (2017). *Energi dan teknologi dalam kehidupan sehari-hari*. Bandung: Yrama Widya.

BAB 3

FENOMENA PEMANASAN GLOBAL

Karakter Pelajar Pancasila

Bernalar kritis, peduli lingkungan, kreatif

• **Kata Kunci:** Gas Rumah Kaca, Pemanasan Global, Efek Rumah Kaca, Emisi Karbon, Solusi Ramah Lingkungan, Inovasi Teknologi Hijau, Deforestasi, Krisis Iklim, Mitigasi, Adaptasi Iklim

Tujuan Pembelajaran: Mengembangkan Ide Inovatif untuk Mengurangi Dampak Pemanasan Global

1. Mengidentifikasi berbagai jenis gas rumah kaca

- ▷ Menyebutkan gas-gas rumah kaca utama seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan nitrous oxide (N_2O).
- ▷ Memahami peran setiap gas dalam memperburuk efek rumah kaca dan dampaknya terhadap iklim.

2. Menjelaskan faktor-faktor yang menyebabkan peningkatan suhu global

- ▷ Menganalisis kegiatan manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil dan deforestasi, yang berkontribusi terhadap pemanasan global.
- ▷ Memahami hubungan antara aktivitas manusia dan peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer.

3. Menilai bagaimana pemanasan global memengaruhi berbagai aspek kehidupan dan ekosistem

- ▷ Memahami bagaimana perubahan suhu bumi memengaruhi ekosistem alami, termasuk fauna dan flora.
- ▷ Menganalisis dampak langsung perubahan iklim terhadap kesehatan manusia dan pola cuaca.

4. Mengembangkan ide-ide inovatif untuk mengurangi pemanasan global melalui solusi berbasis produk dan teknologi

- ▷ Mengidentifikasi produk atau teknologi ramah lingkungan yang dapat mengurangi emisi gas rumah kaca.
- ▷ Memperbaiki dan mengembangkan produk dengan tujuan untuk lebih efisien dalam mengurangi dampak pemanasan global.

5. Memberikan rekomendasi atau solusi tentang langkah-langkah yang perlu diambil dalam mengatasi pemanasan global

- ▷ Menentukan jumlah angka penting pada hasil perhitungan berdasarkan aturan operasi matematika.
- ▷ Menuliskan bilangan besar atau kecil dalam notasi ilmiah sesuai standar.

6. Menarik kesimpulan berdasarkan data dan hasil dari percobaan yang dilakukan

- ▷ Mengemukakan langkah-langkah pribadi atau kebijakan publik yang dapat membantu mengurangi emisi.
- ▷ Mengkomunikasikan solusi berbasis sains dan teknologi untuk mengurangi efek rumah kaca secara global.



F I T R I

1. Pemanasan Global

Pengertian Konsep Pemanasan Global

Pemanasan global, atau *global warming*, adalah sebuah fenomena meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi secara bertahap dalam jangka waktu panjang. Fenomena ini bukanlah sesuatu yang muncul tiba-tiba, melainkan akumulasi dari berbagai aktivitas manusia dan proses alam yang terjadi selama bertahun-tahun. Peningkatan suhu ini membawa dampak besar bagi kehidupan di bumi, mulai dari mencairnya es di kutub hingga perubahan pola iklim global yang mengganggu ekosistem dan kehidupan manusia.

Secara ilmiah, pemanasan global disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca di atmosfer, seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O). Gas-gas ini bekerja seperti selimut yang menyelimuti bumi yaitu, mereka membiarkan sinar matahari masuk, tetapi memerangkap panas yang dipantulkan kembali oleh permukaan bumi. Proses ini dikenal sebagai **efek rumah kaca**, dan merupakan bagian alami dari sistem iklim bumi. Tanpa efek rumah kaca, suhu bumi akan jauh lebih dingin dan tidak layak huni bagi banyak bentuk kehidupan.

Perkembangan Peningkatan Jumlah Gas Rumah Kaca



Sejak era Revolusi Industri, aktivitas manusia secara signifikan meningkatkan jumlah gas rumah kaca di atmosfer. Pembakaran bahan bakar fosil, penebangan hutan, dan penggunaan bahan kimia tertentu memperparah efek rumah kaca, sehingga panas yang seharusnya dilepaskan ke luar angkasa malah terperangkap di atmosfer. Hasilnya adalah peningkatan suhu bumi yang terus-menerus dari dekade ke dekade.

Konferensi Pers pada Peluncuran Laporan Sintesis IPCC – United Nations Media

Data dari badan-badan internasional, seperti NASA dan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), menunjukkan bahwa suhu rata-rata bumi telah meningkat sekitar $1,1^\circ\text{C}$ sejak akhir abad ke-19. Sekilas, angka ini mungkin terlihat kecil, tetapi dalam konteks iklim global, perubahan suhu sekecil itu bisa menyebabkan ketidakseimbangan besar dalam sistem bumi, mulai dari curah hujan ekstrem hingga kekeringan berkepanjangan.

Pentingnya Pemahaman Konsep Pemanasan Global

Pemanasan global bukan hanya tentang suhu yang lebih panas, melainkan juga tentang **perubahan ritme bumi secara keseluruhan**. Musim menjadi tidak teratur, bencana alam seperti badai dan kebakaran hutan semakin sering terjadi, dan keanekaragaman hayati pun mulai terancam. Proses yang tampaknya pelan ini sejatinya adalah krisis lingkungan yang tengah berlangsung dan membutuhkan perhatian serta tindakan segera dari seluruh penduduk bumi.

Penting untuk dipahami bahwa pemanasan global tidak terjadi secara merata di seluruh permukaan bumi. Beberapa wilayah mengalami pemanasan lebih cepat daripada yang lain, khususnya daerah kutub dan

kawasan kering. Lapisan es yang mencair dan lautan yang menghangat berkontribusi terhadap naiknya permukaan air laut, yang mengancam daerah pesisir dan pulau-pulau kecil.

Kesadaran terhadap pemanasan global kini semakin meluas, didorong oleh penelitian ilmiah, laporan cuaca ekstrem yang lebih sering, serta gerakan lingkungan yang aktif di seluruh dunia. Namun, memahami akar penyebab dan proses terjadinya pemanasan global merupakan langkah awal yang sangat penting dalam upaya menghadapinya. Dengan pemahaman yang benar, kita bisa mengambil langkah-langkah bijak untuk memperlambat atau bahkan membalikkan dampak yang ditimbulkan.

Contoh Soal

Mengapa efek rumah kaca yang berlebihan berbahaya bagi bumi?

Jawaban:

Karena menyebabkan peningkatan suhu bumi secara ekstrem.

Pembahasan:

Efek rumah kaca yang alami penting bagi kehidupan, tetapi jika terlalu kuat, panas berlebih terperangkap di atmosfer dan menyebabkan ketidakseimbangan iklim.

Kegiatan Kelompok 1

Mengamati Efek Gas Rumah Kaca terhadap Suhu Lingkungan

Tujuan: Mengamati perbedaan suhu antara ruang tertutup dan terbuka sebagai analogi dari efek rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global.

Alat dan Bahan:

- 1) 2 botol kaca transparan atau toples plastik bening
- 2) 2 termometer
- 3) Lampu pijar 100 watt atau sinar matahari langsung
- 4) Stopwatch atau jam
- 5) Penutup botol (plastik atau kaca)
- 6) Kertas catatan atau lembar kerja siswa

Langkah Kegiatan:

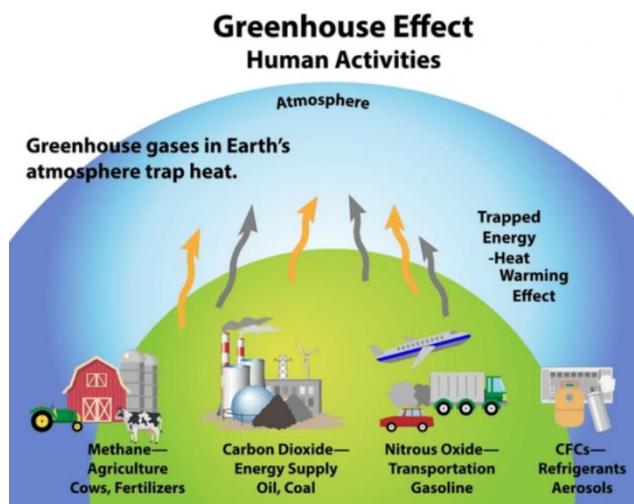
- 1) Siapkan dua botol kaca yang identik.
- 2) Masukkan satu termometer ke dalam masing-masing botol.
- 3) Tutup rapat salah satu botol (ini mewakili atmosfer dengan gas rumah kaca). Biarkan botol satunya terbuka (sebagai kontrol).
- 4) Letakkan kedua botol di bawah sinar lampu atau sinar matahari langsung secara bersamaan.
- 5) Catat suhu awal dari kedua botol.
- 6) Setiap 5 menit, catat suhu pada kedua botol selama 20–30 menit.
- 7) Setelah selesai, bandingkan perubahan suhu dari kedua botol.

Pertanyaan Panduan:

- 1) Apa yang kamu amati dari kenaikan suhu pada kedua botol?
- 2) Mengapa botol tertutup lebih cepat panas?
- 3) Bagaimana ini berkaitan dengan pemanasan global dan efek rumah kaca di atmosfer?
- 4) Apa saja contoh kegiatan manusia yang dapat memperkuat efek rumah kaca?



2. Kegiatan Pemicu Pemanasan Global



Aktivitas Manusia yang Menyumbang Peningkatan Gas Rumah Kaca
– Shutterstock.com. 2372730273

Menurut laporan terbaru dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), pemanasan global yang terjadi saat ini sebagian besar disebabkan oleh aktivitas manusia. Dalam laporan tersebut, IPCC menegaskan bahwa peningkatan suhu global secara signifikan berkaitan erat dengan naiknya emisi gas rumah kaca ke atmosfer. Gas-gas ini membentuk lapisan yang memerangkap panas matahari, memperkuat efek rumah kaca yang sebelumnya bersifat alami menjadi ancaman nyata bagi kestabilan iklim bumi.

Efek rumah kaca sebenarnya adalah proses alami yang menjaga bumi tetap hangat. Namun, ketika konsentrasi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O) meningkat jauh melebihi batas normal, maka panas yang seharusnya dipantulkan keluar menjadi terperangkap di atmosfer. Akibatnya, suhu

permukaan bumi naik dan menyebabkan berbagai dampak negatif bagi lingkungan dan kehidupan. Ada berbagai aktivitas manusia yang menjadi penyebab utama peningkatan gas rumah kaca ini, di antaranya:

Penggunaan Bahan Bakar Fosil

Penggunaan bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam merupakan salah satu penyumbang utama emisi gas rumah kaca. Bahan bakar ini digunakan untuk menghasilkan energi listrik, menggerakkan kendaraan bermotor, hingga menunjang aktivitas industri dan rumah tangga.

a. Proses dan Hasil Pembakaran Bahan Bakar Fosil

Ketika bahan bakar fosil dibakar, reaksi kimia terjadi antara bahan bakar dan oksigen di udara. Proses ini menghasilkan energi panas yang digunakan untuk berbagai keperluan manusia. Namun, bersamaan dengan itu, gas karbon dioksida (CO_2) juga dilepaskan ke atmosfer dalam jumlah besar.

Contohnya, ketika mobil pribadi digunakan secara masif setiap hari, pembakaran bensin dalam mesin kendaraan akan terus-menerus menghasilkan CO_2 . Begitu pula dengan pembangkit listrik tenaga uap yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar utama. Setiap kilowatt listrik yang dihasilkan membawa serta jejak karbon yang tinggi.

Selain CO_2 , pembakaran bahan bakar fosil juga menghasilkan polutan lain seperti sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen oksida (NO_x), yang tidak hanya merusak kualitas udara tetapi juga ikut memperparah pemanasan global dan menimbulkan hujan asam.

b. Produk Bahan Bakar Fosil

Produk dari bahan bakar fosil sangat luas dan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Minyak bumi, misalnya, diolah menjadi berbagai jenis bahan bakar seperti bensin, solar, dan avtur. Selain itu, minyak bumi juga menjadi bahan baku utama dalam industri petrokimia untuk membuat plastik, pupuk kimia, hingga kosmetik.

Konsumsi bahan bakar fosil dalam skala besar yang terjadi di negara-negara maju dan negara industri berkembang menyebabkan emisi gas rumah kaca meningkat secara drastis. Ketersediaannya yang

melimpah dan harganya yang relatif murah membuat bahan bakar fosil terus digunakan, meskipun dampaknya terhadap lingkungan sangat merusak dalam jangka panjang.

Untuk mengurangi dampaknya, banyak negara mulai beralih ke sumber energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan air. Namun, transisi ini masih menghadapi tantangan besar, baik dari sisi teknologi, biaya, maupun kebijakan politik.

Penggunaan Klorofluorokarbon (CFC) dalam Kehidupan Sehari-hari

Klorofluorokarbon, atau yang lebih dikenal dengan singkatan **CFC**, adalah senyawa kimia buatan manusia yang dulunya banyak digunakan dalam berbagai produk rumah tangga dan industri. Meskipun tidak beracun secara langsung terhadap manusia, CFC terbukti memiliki dampak besar terhadap lingkungan, terutama dalam merusak lapisan ozon dan memperburuk pemanasan global.

Sejak ditemukan bahwa CFC merusak ozon dan memperparah efek rumah kaca, penggunaannya mulai dibatasi bahkan dilarang di banyak negara melalui **Protokol Montreal** yang disepakati pada tahun 1987. Kini, sebagian besar produk yang dulu menggunakan CFC telah beralih ke bahan alternatif yang lebih ramah lingkungan, seperti hidrofluorokarbon (HFC). Namun, HFC pun ternyata masih memiliki potensi pemanasan global yang tinggi, meskipun tidak merusak ozon. Oleh karena itu, pencarian bahan pengganti yang benar-benar aman dan berkelanjutan masih terus dilakukan.

Refrigeran generasi kedua yang lebih aman dengan tanda bebas CFC dan HCFC pada produk Indonesia – Shutterstock.com2268672745



a. Proses dan Hasil dari Penggunaan CFC

CFC merupakan senyawa yang stabil, artinya mereka tidak mudah terurai di dekat permukaan bumi. Namun, ketika CFC naik ke lapisan stratosfer (lapisan atmosfer atas), radiasi ultraviolet dari matahari memecah molekul CFC dan melepaskan atom klorin (Cl). Atom klorin ini kemudian bereaksi dengan molekul ozon (O_3), memecahnya menjadi oksigen biasa (O_2) dan mengurangi perlindungan bumi terhadap sinar ultraviolet berbahaya.

Kerusakan lapisan ozon ini berkontribusi terhadap pemanasan global secara tidak langsung. Ketika lapisan ozon menipis, lebih banyak sinar UV yang mencapai permukaan bumi. Peningkatan radiasi ini bukan hanya berbahaya bagi kesehatan manusia, tetapi juga mempercepat pemanasan atmosfer.

Selain itu, CFC juga merupakan **gas rumah kaca yang sangat kuat**. Walaupun konsentrasinya di atmosfer lebih kecil dibandingkan CO_2 , potensi pemanasan global (*global warming potential*) dari CFC bisa mencapai ribuan kali lebih besar dari CO_2 dalam jangka waktu 100 tahun.

b. Produk dan Penggunaan CFC

Sebelum bahaya CFC diketahui secara luas, senyawa ini digunakan dalam berbagai produk sehari-hari, antara lain:

- ▷ Pendingin (refrigeran) pada lemari es, freezer, dan AC
- ▷ Aerosol pada produk semprotan seperti parfum, obat nyamuk semprot, dan hairspray
- ▷ Bahan pengembang dalam industri plastik dan busa
- ▷ Pembersih elektronik karena sifatnya yang tidak mudah terbakar dan tidak menghantarkan listrik

Kotoran Ternak

Sektor peternakan merupakan salah satu kontributor signifikan terhadap pemanasan global, khususnya melalui emisi gas metana (CH_4) yang dilepaskan dari proses pencernaan hewan dan penguraian kotoran ternak. Meskipun terdengar tidak terlalu mengancam dibanding pembakaran bahan bakar fosil, kenyataannya limbah ternak menghasilkan emisi gas rumah kaca yang tinggi, terutama di negara-negara dengan populasi ternak yang besar.

a. Proses dan Hasil dari Kotoran Ternak

Gas metana dihasilkan melalui dua proses utama dalam peternakan:

- 1) Fermentasi enterik: Proses pencernaan pada hewan ruminansia seperti sapi, kambing, dan domba melibatkan mikroorganisme yang memecah makanan di dalam perut mereka. Selama proses ini, gas metana dilepaskan sebagai produk sampingan dan biasanya dikeluarkan melalui sendawa hewan tersebut.
- 2) Penguraian kotoran ternak: Kotoran yang menumpuk, terutama dalam sistem peternakan intensif yang tidak diolah dengan baik, mengalami penguraian oleh bakteri anaerobik (yang hidup tanpa oksigen). Proses ini menghasilkan metana serta dinitrogen oksida (N_2O), dua gas rumah kaca yang sangat kuat.

Gas metana memiliki potensi pemanasan sekitar **28 kali lebih besar daripada CO_2** dalam kurun waktu 100 tahun. Sementara itu, N_2O bahkan lebih kuat lagi, dengan potensi pemanasan mencapai **265 kali lipat CO_2** . Oleh karena itu, sektor peternakan dianggap sebagai penyumbang utama emisi metana secara global.

b. Produk Kotoran Ternak

Kotoran ternak umumnya digunakan sebagai pupuk organik, baik dalam bentuk segar maupun setelah mengalami proses fermentasi atau pengomposan. Dalam praktik pertanian tradisional, kotoran ini berguna untuk menyuburkan tanah dan menggantikan pupuk kimia. Namun, jika tidak dikelola dengan baik, penggunaannya justru dapat melepaskan gas rumah kaca ke atmosfer.

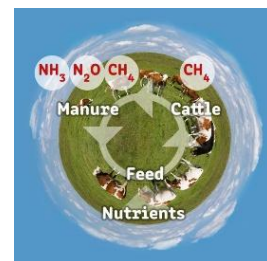
Selain pupuk, beberapa teknologi modern mencoba mengubah kotoran ternak menjadi **biogas**, yaitu energi terbarukan yang dapat digunakan untuk memasak atau menghasilkan listrik. Proses ini memanfaatkan penguraian anaerobik dalam reaktor tertutup untuk menangkap metana yang dihasilkan, sehingga tidak langsung terlepas ke atmosfer.

Namun, adopsi teknologi biogas ini masih terbatas, terutama di daerah pedesaan atau negara berkembang, karena membutuhkan investasi dan pelatihan. Akibatnya, sebagian besar kotoran ternak masih dibiarkan membusuk di tempat terbuka atau dialirkan ke sungai, yang memperburuk pencemaran lingkungan sekaligus mempercepat pemanasan global.



Fakta Fisika di Sekitarmu

Seekor sapi dapat menghasilkan antara 70 hingga 120 kilogram gas metana per tahun hanya dari proses pencernaan dan sendawa.



Siklus Produksi Gas Metana dari Ternak – Canva

Deforestasi

Deforestasi adalah proses penggundulan atau penghilangan kawasan hutan secara permanen untuk berbagai keperluan, seperti pembukaan lahan pertanian, pembangunan permukiman, dan eksploitasi kayu. Aktivitas ini merupakan salah satu penyebab utama meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, dan dengan demikian, sangat berkontribusi terhadap pemanasan global.

a. Proses Terjadinya Deforestasi

Secara umum, deforestasi terjadi ketika pohon-pohon ditebang atau dibakar dalam jumlah besar tanpa ada upaya penanaman kembali (reboisasi). Dalam banyak kasus, hutan tropis yang kaya akan keanekaragaman hayati dan memiliki kemampuan menyerap karbon tinggi menjadi sasaran utama karena nilai ekonomisnya yang tinggi.

Proses deforestasi bisa berlangsung secara legal maupun ilegal. Misalnya, perusahaan membuka hutan untuk perkebunan kelapa sawit, peternakan, atau tambang. Di sisi lain, praktik penebangan liar juga masih marak terjadi karena lemahnya pengawasan dan penegakan hukum di berbagai negara berkembang.



Situasi lokasi penambangan bijih nikel di Indonesia yang mengalami deforestasi akibat penambangan – Shutterstock.com. 2507993887

Hutan yang ditebang sering kali dibiarkan terbuka atau dibakar, yang selain merusak ekosistem, juga melepaskan karbon yang sebelumnya tersimpan dalam pohon ke atmosfer dalam bentuk CO₂. Inilah yang menyebabkan deforestasi menjadi salah satu kontributor emisi gas rumah kaca terbesar secara global.

b. Dampak Deforestasi terhadap Pemanasan Global

Hutan berperan penting sebagai **penyerap karbon alami** (*carbon sink*). Melalui proses fotosintesis, pohon-pohon menyerap karbon dioksida dari udara dan mengubahnya menjadi oksigen serta biomassa. Ketika hutan ditebang, kemampuan bumi untuk menyerap CO₂ menurun drastis. Bahkan, pohon-pohon yang mati atau dibakar justru melepaskan kembali karbon yang telah tersimpan selama puluhan bahkan ratusan tahun.

Akibat deforestasi, tidak hanya cadangan karbon yang hilang, tetapi juga iklim lokal terganggu. Pohon memiliki peran dalam menjaga kelembapan udara, mengatur curah hujan, dan mendinginkan suhu sekitar. Ketika pohon-pohon hilang, suhu lokal bisa meningkat, curah hujan bisa menjadi tidak teratur, dan risiko kekeringan atau banjir meningkat.

Selain itu, deforestasi sering kali diikuti oleh konversi lahan menjadi pertanian atau peternakan, yang keduanya juga berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca. Misalnya, lahan bekas hutan yang diubah menjadi padang rumput untuk ternak akan menghasilkan metana dan dinitrogen oksida dalam jumlah besar.

Menurut data dari FAO (*Food and Agriculture Organization*), dunia kehilangan sekitar 10 juta hektare hutan setiap tahun. Jika tidak segera dihentikan atau diimbangi dengan reboisasi besar-besaran, dampak deforestasi akan mempercepat perubahan iklim dan memperparah pemanasan global dalam beberapa dekade ke depan.

Contoh Soal

Apa dampak dari penggunaan CFC terhadap atmosfer bumi?

Jawaban:

Merusak lapisan ozon.

Pembahasan:

CFC melepaskan klorin yang memecah molekul ozon, mengurangi perlindungan dari sinar UV dan memperburuk pemanasan global.

Kegiatan Kelompok 2

Poster Digital “Aktivitas Pemicu Pemanasan Global”

Tujuan: Mengenali dan mengomunikasikan penyebab utama pemanasan global akibat aktivitas manusia.

- 1) Bentuk kelompok berisi 4–5 siswa.
- 2) Pilih satu topik utama:
 - ▷ Penggunaan bahan bakar fosil
 - ▷ Penggunaan CFC
 - ▷ Limbah/kotoran ternak
 - ▷ Deforestasi
- 3) Riset kelompok: Telusuri bagaimana aktivitas tersebut menghasilkan gas rumah kaca dan apa dampaknya terhadap lingkungan.
- 4) Buat poster digital berisi:
 - ▷ Judul dan ilustrasi
 - ▷ Penjelasan proses emisi gas rumah kaca
 - ▷ Gas utama yang dilepaskan
 - ▷ Dampaknya terhadap iklim
 - ▷ Contoh nyata di Indonesia/dunia
 - ▷ Solusi atau alternatif ramah lingkungan
- 5) Desain poster menggunakan aplikasi seperti Canva, Google Slides, atau PowerPoint.
- 6) Presentasikan di kelas secara bergiliran.



3. Dampak Pemanasan Global bagi Kehidupan Makhluk Hidup

Pemanasan global bukan hanya sekadar isu lingkungan yang jauh dari kehidupan sehari-hari, melainkan kenyataan yang berdampak langsung terhadap ekosistem, iklim, dan kehidupan manusia. Ketika suhu bumi meningkat secara global, berbagai fenomena alam mengalami perubahan yang drastis. Perubahan ini berkaitan erat dengan konsep **energi panas**, **perubahan wujud zat**, dan **interaksi energi dengan materi**, yang semuanya dapat diamati melalui lima dampak utama berikut ini:

Mencairnya Es di Kutub-Kutub Bumi

Salah satu dampak paling mencolok dari pemanasan global adalah mencairnya es di wilayah kutub, seperti di Antartika dan Kutub Utara. Di wilayah-wilayah ini, suhu sangat bergantung pada keseimbangan antara radiasi matahari yang masuk ke bumi dan energi yang dipantulkan kembali ke luar angkasa oleh permukaan es. Es memiliki albedo yang tinggi, yaitu kemampuan untuk memantulkan cahaya. Ketika es mencair dan digantikan oleh laut terbuka atau daratan gelap, maka lebih banyak panas matahari yang diserap oleh permukaan bumi, bukan dipantulkan. Proses ini menciptakan umpan balik positif, semakin banyak es yang mencair, semakin cepat pemanasan terjadi. Proses ini tidak hanya memengaruhi ekosistem lokal (seperti burung kutub atau anjing laut), tetapi juga berdampak global karena volume air laut meningkat.



Fenomena Gletser yang Meleleh di Antartika – Shutterstock.com.324590741

Meningkatnya Permukaan Air Laut

Ketika es di daratan mencair, air yang sebelumnya terkurung dalam bentuk padat (glasier atau lapisan es) akan mengalir ke laut, menyebabkan kenaikan permukaan air laut. Kenaikan permukaan air laut mengancam wilayah-wilayah pesisir, terutama kota-kota besar yang berada dekat dengan pantai. Pulau-pulau kecil berisiko tenggelam, sementara intrusi air laut bisa mencemari air tanah dan lahan pertanian. Dampak ini bersifat jangka panjang dan dapat memicu krisis sosial seperti migrasi massal atau konflik sumber daya. Contoh nyata dari dampak ini bisa dilihat di wilayah pesisir Indonesia seperti Jakarta, Semarang, dan wilayah pesisir utara Jawa yang mengalami penurunan tanah dan naiknya air laut sekaligus.

Perubahan Iklim

Pemanasan global menyebabkan ketidakseimbangan dalam sistem iklim bumi. Peningkatan suhu global menyebabkan:

- a. Perubahan arah dan kekuatan angin
- b. Pola hujan menjadi tidak teratur
- c. Musim kemarau dan musim hujan bergeser atau berlangsung lebih lama dari biasanya

Fenomena seperti badai tropis yang semakin sering dan kuat juga merupakan dampak langsung dari lautan yang lebih hangat. Karena badai mengambil energi dari air laut yang panas, maka semakin panas lautnya, semakin besar energi yang dimiliki badai.

Selain itu, suhu atmosfer yang lebih tinggi meningkatkan laju penguapan air dari permukaan bumi, yang kemudian meningkatkan kelembapan udara. Ini menyebabkan curah hujan ekstrem, banjir bandang, dan bahkan kekeringan panjang di daerah lain yang kehilangan curah hujan.

Punahnya Flora dan Fauna

Perubahan suhu dan iklim membuat banyak spesies tidak mampu beradaptasi dengan cepat. Setiap makhluk hidup memiliki kisaran suhu optimal untuk bertahan hidup, tumbuh, dan bereproduksi. Jika suhu di suatu wilayah naik di luar batas toleransi suatu spesies, maka mereka akan kesulitan bertahan hidup atau terpaksa bermigrasi ke tempat lain. Kehilangan keanekaragaman hayati ini juga berdampak pada manusia. Rantai makanan terganggu, ketahanan pangan menurun, dan ekosistem menjadi tidak stabil. Contoh dampaknya adalah:

- a. **Terumbu karang** mengalami pemutihan karena suhu laut yang meningkat, menyebabkan ganggang simbiotik di dalam karang mati.
- b. **Spesies pegunungan** kehilangan habitat karena mereka tidak bisa "naik" lebih tinggi saat suhu meningkat.
- c. **Spesies kutub** seperti penguin dan burung kutub kehilangan es sebagai habitat berburu dan berkembang biak.

Timbulnya Wabah Penyakit

Pemanasan global menyebabkan suhu bumi meningkat secara signifikan, menciptakan kondisi yang ideal bagi berbagai organisme penyebab penyakit untuk berkembang biak. Vektor penyakit seperti nyamuk dan tikus dapat hidup lebih lama dan menyebar lebih luas, termasuk ke wilayah yang sebelumnya memiliki suhu terlalu rendah untuk mendukung keberadaan mereka. Penyakit tropis seperti demam berdarah dengue, malaria, dan Zika kini mulai muncul di daerah subtropis dan bahkan di dataran tinggi yang sebelumnya bebas dari ancaman tersebut.

Suhu dan kelembapan yang tinggi juga memicu pertumbuhan mikroorganisme patogen seperti jamur, bakteri, dan virus, yang berpotensi menyebabkan infeksi saluran pernapasan, penyakit kulit, dan gangguan pencernaan. Perubahan iklim ekstrem, termasuk banjir dan kekeringan, memperburuk situasi dengan merusak sistem sanitasi, mencemari sumber air bersih, dan menurunkan kualitas lingkungan tempat tinggal. Lingkungan yang tidak sehat ini meningkatkan risiko penyebaran penyakit yang ditularkan melalui air, seperti kolera, diare, dan hepatitis A.

Sistem imun manusia juga bisa terganggu akibat stres panas berkepanjangan, kekurangan gizi karena gagal panen, serta keterbatasan akses layanan kesehatan akibat bencana iklim. Dampak ini lebih parah dirasakan oleh kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, dan mereka yang tinggal di daerah miskin atau

terpencil. Dengan demikian, pemanasan global tidak hanya mengganggu keseimbangan ekosistem, tetapi juga mengancam kesehatan manusia dalam jangka panjang.



Fakta Fisika di Sekitarmu

Nyamuk pembawa malaria kini muncul di dataran tinggi yang sebelumnya terlalu dingin seperti, di wilayah pegunungan Afrika Timur dan Amerika Latin. Kenaikan suhu memungkinkan nyamuk hidup dan berkembang biak di tempat-tempat yang dulunya tidak pernah terkena malaria.



Contoh Soal

Mengapa mencairnya es di kutub justru mempercepat proses pemanasan global, sedangkan es hanyalah benda padat yang tidak menghasilkan emisi karbon?

Jawaban:

Karena permukaan es memiliki albedo tinggi dan memantulkan sebagian besar radiasi matahari. Ketika es mencair dan digantikan oleh permukaan laut atau daratan gelap, lebih banyak panas diserap daripada dipantulkan, sehingga suhu bumi meningkat lebih cepat.

Pembahasan:

Albedo adalah ukuran kemampuan suatu permukaan untuk memantulkan cahaya matahari. Es memantulkan lebih banyak energi dibandingkan air laut atau tanah. Ketika es mencair, permukaan bumi yang gelap menyerap lebih banyak energi panas. Proses ini menciptakan umpan balik positif: makin banyak es yang mencair, makin banyak panas diserap, dan makin cepat es lainnya mencair. Ini membuat pemanasan global berlangsung lebih cepat meskipun es tidak menghasilkan emisi langsung.



4. Upaya Mengatasi Pemanasan Global

Pemanasan global memang merupakan tantangan besar, tetapi bukan berarti tidak bisa diatasi. Berbagai solusi telah dikembangkan, baik di tingkat individu, komunitas, maupun pemerintah. Solusi-solusi ini berfokus pada dua pendekatan utama seperti, mengurangi emisi gas rumah kaca dan meningkatkan kapasitas bumi untuk menyerap karbon. Berikut beberapa solusi penting yang relevan dan bisa dilakukan mulai dari skala rumah tangga hingga kebijakan nasional.

Memperhatikan Konsumsi Makanan Sehari-hari yang Memiliki Menyumbang Jejak Karbon Rendah

Makanan yang kita konsumsi memiliki jejak karbon yang berbeda-beda. Produksi daging merah, seperti sapi dan kambing, menghasilkan emisi metana yang tinggi akibat proses pencernaan hewan ruminansia. Selain itu, peternakan juga memerlukan banyak lahan, air, dan pakan. Dengan mengubah pola konsumsi, kita ikut berkontribusi pada pengurangan emisi rumah kaca dari sektor pangan. Solusinya adalah:

- Mengurangi konsumsi daging merah dan memilih sumber protein nabati seperti tempe, tahu, atau kacang-kacangan.
- Memprioritaskan makanan lokal dan musiman untuk mengurangi emisi dari transportasi dan penyimpanan dingin.
- Menghindari pemborosan makanan. Makanan yang dibuang akan membusuk dan menghasilkan gas metana di tempat pembuangan sampah.

Kegiatan Reboisasi



Kegiatan Reboisasi oleh Komunitas dengan Dukungan Pemerintah Setempat – Wikimedia.commons

Reboisasi adalah penanaman kembali hutan yang telah gundul. Pohon-pohon yang tumbuh akan menyerap karbon dioksida dari udara melalui fotosintesis, sehingga membantu menurunkan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Selain itu, hutan juga menjaga kelembapan udara, mencegah erosi, dan menjadi habitat berbagai spesies. Reboisasi dapat dilakukan melalui:

- Kegiatan penanaman pohon di lingkungan sekolah atau komunitas.
- Dukungan terhadap program konservasi hutan oleh pemerintah atau organisasi lingkungan.
- Edukasi tentang pentingnya menjaga hutan dan menolak pembukaan lahan ilegal.

Menggunakan Transportasi Umum daripada Pribadi

Sektor transportasi adalah salah satu penyumbang emisi karbon terbesar, terutama dari kendaraan bermotor berbahan bakar fosil. Semakin sedikit kendaraan pribadi yang digunakan, semakin kecil pula emisi karbon yang dilepaskan ke atmosfer. Solusi transportasi yang lebih ramah lingkungan meliputi:

- a. Menggunakan angkutan umum seperti bus, kereta, atau MRT yang bisa mengangkut lebih banyak orang sekaligus.
- b. Bersepeda atau berjalan kaki untuk perjalanan dekat, yang juga bermanfaat bagi kesehatan.
- c. *Carpooling*, yaitu berbagi kendaraan dengan orang lain untuk mengurangi jumlah kendaraan di jalan.

Menghemat Penggunaan Energi dalam Kegiatan Sehari-hari

Listrik yang kita gunakan sehari-hari sebagian besar masih dihasilkan dari pembangkit berbahan bakar fosil. Maka, menghemat listrik secara langsung berarti mengurangi emisi CO₂. Langkah-langkah penghematan energi:

- 1) Mematikan lampu dan alat elektronik saat tidak digunakan.
- 2) Menggunakan peralatan listrik yang berlabel hemat energi.
- 3) Memanfaatkan cahaya alami pada siang hari.
- 4) Mengatur suhu AC dan tidak menggunakannya secara berlebihan.

Mengurangi Penggunaan Plastik

Plastik, terutama jenis sekali pakai, sulit terurai dan sering kali berakhir di tempat terbuka, dibakar, atau mengotori laut. Saat dibakar, plastik menghasilkan karbon dioksida dan polutan berbahaya lainnya. Beberapa solusi yang bisa diterapkan:

- a. Membawa tas belanja sendiri.
- b. Menggunakan botol minum dan wadah makanan yang bisa dipakai ulang.
- c. Menghindari produk yang dikemas berlebihan.
- d. Mendaur ulang plastik yang masih bisa digunakan kembali.



Fakta Fisika di Sekitarmu

Hemat Energi Lebih dari Sekadar Mengurangi Sampah

Mendaur ulang satu kilogram plastik dapat menghemat energi yang setara untuk menyalakan lampu selama lebih dari 30 jam.

Pengolahan kreatif sampah plastik menjadi batu bata – Wikimedia.commons



Mengelola Sampah dengan Benar

Pengelolaan sampah yang baik bisa mengurangi emisi metana dari tempat pembuangan akhir. Sistem pengelolaan sampah berbasis masyarakat sudah banyak dikembangkan di berbagai daerah, dan bisa menjadi inspirasi untuk diterapkan di sekolah dan rumah. Beberapa cara yang dapat dilakukan:

- a. Memilah sampah organik dan anorganik.
- b. Mengomposkan sampah organik untuk digunakan sebagai pupuk.

- c. Mendaur ulang sampah plastik, kertas, kaca, dan logam.
- d. Tidak membakar sampah secara terbuka karena dapat menghasilkan gas beracun.

Melakukan Gerakan Menjaga Alam dan Lingkungan

Setiap tindakan kecil yang dilakukan secara kolektif dapat memberikan dampak besar bagi lingkungan. Menjaga alam bisa dilakukan melalui:

- a. Ikut serta dalam kegiatan lingkungan seperti bersih-bersih sungai, penanaman pohon, atau kampanye hemat energi.
- b. Menyuarakan pentingnya isu iklim di media sosial atau forum diskusi.
- c. Mendorong sekolah atau komunitas untuk menjadi "ramah lingkungan" melalui kebijakan dan praktik nyata.

Contoh Soal

Mengapa perubahan pola konsumsi makanan dapat membantu mengurangi pemanasan global?

Jawaban:

Karena produksi makanan tertentu, seperti daging, menghasilkan lebih banyak emisi gas rumah kaca.

Pembahasan:

Peternakan intensif menghasilkan metana dan membutuhkan banyak sumber daya, sehingga mengubah pola konsumsi bisa menurunkan jejak karbon.



5. Kontribusi Dunia Internasional Mengatasi Pemanasan Global

Masalah pemanasan global bukan hanya menjadi tanggung jawab satu negara, melainkan persoalan seluruh umat manusia. Oleh karena itu, berbagai negara di dunia telah menjalin **kerja sama internasional** untuk mengatasi perubahan iklim dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Kesepakatan ini lahir dari **konferensi internasional, organisasi ilmiah, dan tujuan pembangunan global** yang disusun berdasarkan kajian ilmiah dan kebijakan publik.

Berikut tiga kesepakatan dan inisiatif penting yang menjadi landasan global dalam menghadapi pemanasan global:

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)

IPCC adalah sebuah badan ilmiah internasional yang dibentuk oleh PBB (Perserikatan Bangsa-Bangsa) pada tahun 1988. Lembaga ini bertugas menyusun laporan ilmiah tentang perubahan iklim, termasuk data, analisis, dan prediksi dampak dari aktivitas manusia terhadap iklim bumi. Laporan IPCC menjadi acuan utama bagi pemerintah di seluruh dunia dalam merumuskan kebijakan lingkungan. Setiap beberapa tahun, IPCC merilis laporan yang sangat komprehensif mengenai:

- a. Perubahan suhu global
- b. Perkiraan dampak terhadap lingkungan dan manusia
- c. Skenario emisi masa depan
- d. Solusi yang dapat diambil untuk mitigasi dan adaptasi

Keterlibatan ilmuwan dari berbagai negara menjadikan IPCC sebagai sumber informasi yang kredibel dan netral. Melalui IPCC, dunia menyadari bahwa pemanasan global bukan sekadar teori, tetapi krisis nyata yang memerlukan aksi segera.

APPCDC (Asia Pacific Partnership on Clean Development and Climate)

APPCDC adalah kemitraan antara beberapa negara di kawasan Asia-Pasifik untuk mempromosikan pengembangan teknologi bersih dan pengurangan emisi melalui kerja sama non-ketat. Negara-negara anggotanya meliputi Indonesia, Australia, Tiongkok, Jepang, Korea Selatan, India, dan Amerika Serikat.

Berbeda dengan perjanjian yang bersifat mengikat seperti Protokol Kyoto, APPCDC lebih menekankan pada pengembangan dan penyebaran teknologi rendah karbon, seperti:

- a. Energi terbarukan (matahari, angin, air)
- b. Efisiensi energi industri
- c. Pengelolaan limbah berkelanjutan
- d. Transportasi ramah lingkungan

APPCDC berperan penting dalam mendorong kerja sama antarnegara untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mempercepat adopsi inovasi yang lebih ramah lingkungan, khususnya di negara berkembang yang sedang membangun infrastruktur industrinya.

Contoh Soal

Bandingkan pendekatan antara IPCC dan APPCDC dalam mengatasi pemanasan global. Menurut kamu, pendekatan mana yang lebih relevan diterapkan di negara berkembang seperti Indonesia, dan mengapa?

Jawaban:

APPCDC lebih relevan karena pendekatannya fokus pada pengembangan teknologi bersih dan kerja sama yang tidak mengikat, sesuai dengan kebutuhan negara berkembang yang sedang membangun infrastruktur. IPCC lebih bersifat ilmiah dan kebijakan global.

Pembahasan:

IPCC berfungsi sebagai penyedia informasi dan panduan kebijakan berbasis sains. Sementara itu, APPCDC menawarkan solusi praktis berupa teknologi ramah lingkungan, seperti energi terbarukan dan efisiensi energi, yang sangat dibutuhkan oleh negara-negara berkembang. Pendekatan APPCDC memungkinkan negara seperti Indonesia untuk mempercepat transisi energi tanpa beban kewajiban hukum yang berat.

SDGs (Sustainable Development Goals)

TUJUAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN



Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) adalah agenda global yang disusun oleh PBB dan diadopsi oleh 193 negara anggota pada tahun 2015. Terdapat 17 tujuan utama yang mencakup berbagai aspek pembangunan manusia dan keberlanjutan lingkungan.

Tujuan SDGs – EcoEdu.id

Beberapa tujuan SDGs yang secara langsung terkait dengan pemanasan global antara lain:

- a. Tujuan 7: Energi Bersih dan Terjangkau
- b. Tujuan 11: Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan
- c. Tujuan 12: Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab
- d. Tujuan 13: Penanganan Perubahan Iklim

Melalui SDGs, dunia tidak hanya berupaya mengurangi emisi, tetapi juga memastikan bahwa pembangunan ekonomi dan sosial berjalan tanpa merusak lingkungan. SDGs juga mendorong partisipasi anak muda, pelajar, dan komunitas lokal dalam aksi-aksi nyata menjaga bumi.

Rangkuman

1. Pemanasan Global

- a. Pemanasan global adalah peningkatan suhu rata-rata permukaan bumi akibat peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer.
- b. Efek rumah kaca alami menjaga suhu bumi tetap hangat, namun aktivitas manusia memperkuat efek ini, sehingga terjadi ketidakseimbangan energi.
- c. Penyebab utamanya adalah penumpukan gas-gas seperti CO_2 , CH_4 , dan N_2O yang memerangkap panas dari matahari.
- d. Dampaknya bersifat jangka panjang dan memengaruhi iklim, lingkungan, serta kehidupan manusia.

2. Penyebab Pemanasan Global

a. Penggunaan Bahan Bakar Fosil

- ▷ Membakar batu bara, minyak bumi, dan gas alam menghasilkan CO_2 dalam jumlah besar.
- ▷ Energi dari fosil digunakan untuk listrik, transportasi, dan industri.

b. Penggunaan CFC (Klorofluorokarbon)

- ▷ Digunakan pada AC, kulkas, dan aerosol; merusak lapisan ozon dan memerangkap panas.
- ▷ Potensi pemanasan CFC ribuan kali lebih besar dari CO_2 .

c. Kotoran Ternak

- ▷ Menghasilkan gas metana dari pencernaan dan penguraian limbah.
- ▷ Metana memiliki potensi pemanasan jauh lebih besar dibanding CO_2 .

d. Sampah

- ▷ Sampah organik membusuk menghasilkan metana.
- ▷ Pembakaran sampah menghasilkan CO_2 dan zat berbahaya lainnya.

e. Deforestasi (penebangan hutan)

- ▷ Mengurangi kemampuan bumi menyerap CO_2 .
- ▷ Membakar dan menebang pohon melepaskan karbon ke atmosfer.

3. Dampak Pemanasan Global

a. Mencairnya Es di Kutub

Suhu tinggi melelehkan es, mengurangi albedo, mempercepat pemanasan.

b. Naiknya Permukaan Air Laut

Akibat pencairan es dan pemuatan air laut; mengancam wilayah pesisir.

c. Perubahan Iklim

Pola hujan dan musim berubah, badai makin ekstrem, kekeringan meluas.

d. Punahnya Flora dan Fauna

Perubahan suhu membuat spesies kehilangan habitat dan tidak bisa beradaptasi.

e. Wabah Penyakit

Lingkungan hangat mendukung pertumbuhan nyamuk dan mikroorganisme penyebab penyakit tropis.

4. Solusi Mengatasi Pemanasan Global

- a. Pola makan rendah emisi: Kurangi daging merah dan hindari pemborosan makanan.
- b. Reboisasi: Menanam pohon untuk menyerap CO₂.
- c. Gunakan transportasi umum: Kurangi kendaraan pribadi dan emisi.
- d. Hemat energi: Matikan alat listrik saat tidak digunakan.
- e. Kurangi plastik: Hindari penggunaan plastik sekali pakai.
- f. Kelola sampah dengan benar: Pisahkan, daur ulang, dan komposkan sampah.
- g. Aksi lingkungan: Ikut kegiatan peduli bumi seperti penanaman pohon dan edukasi iklim.

5. Hasil Kesepakatan Dunia Internasional

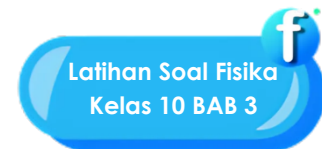
- a. IPCC: Lembaga ilmiah PBB yang menyusun laporan perubahan iklim sebagai dasar kebijakan global.
- b. APPCDC: Kerja sama negara Asia-Pasifik dalam pengembangan teknologi rendah karbon.
- c. SDGs: 17 tujuan pembangunan berkelanjutan, termasuk aksi iklim (tujuan ke-13) dan energi bersih.

Latihan Soal

1. Pemanasan global terjadi karena meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Gas rumah kaca yang paling banyak dihasilkan dari aktivitas manusia adalah...
 - A. Ozon (O_3)
 - B. Karbon monoksida (CO)
 - C. Karbon dioksida (CO_2)
 - D. Oksigen (O_2)
 - E. Uap air (H_2O)
2. Penggunaan AC dan lemari es yang mengandung CFC berkontribusi terhadap pemanasan global karena...
 - A. Menghasilkan karbon monoksida yang memanaskan atmosfer
 - B. Menyebabkan deforestasi di daerah kutub
 - C. Merusak lapisan ozon dan memperkuat efek rumah kaca
 - D. Mengganggu keseimbangan pH udara
 - E. Mengubah struktur molekul oksigen menjadi lebih padat
3. Salah satu dampak dari mencairnya es di kutub bumi adalah...
 - A. Terbentuknya lebih banyak lapisan es baru
 - B. Meningkatnya luas daratan di wilayah kutub
 - C. Naiknya permukaan air laut secara global
 - D. Menurunnya suhu rata-rata bumi
 - E. Meningkatnya curah hujan di daerah tropis
4. Berikut ini merupakan contoh perilaku yang dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca, kecuali...
 - A. Menggunakan transportasi umum
 - B. Menanam pohon di lahan gundul
 - C. Membakar sampah plastik untuk mengurangi volumenya
 - D. Mematikan peralatan listrik saat tidak digunakan
 - E. Mengonsumsi makanan lokal dan musiman
5. Tujuan utama dari pembentukan IPCC adalah untuk...
 - A. Melakukan penanaman pohon di negara berkembang
 - B. Menyusun laporan ilmiah tentang perubahan iklim global
 - C. Menetapkan harga karbon di pasar global
 - D. Mengawasi produksi CFC di negara industri
 - E. Menyusun rencana perdagangan energi global
6. Jika suhu bumi terus meningkat dan permukaan laut naik, maka yang paling mungkin terjadi adalah...

- A. Musim hujan menjadi lebih panjang di seluruh wilayah bumi
 - B. Daerah pesisir akan mengalami penggurunan
 - C. Kota-kota dataran rendah berisiko tergenang atau tenggelam
 - D. Sungai-sungai besar akan mengering secara permanen
 - E. Terjadi penurunan curah hujan di wilayah kutub
7. Seorang siswa ingin berkontribusi mengurangi pemanasan global. Dari pilihan berikut, mana yang merupakan kombinasi tindakan paling efektif yang bisa ia lakukan di sekolah?
- A. Membawa makanan instan dan botol sekali pakai setiap hari
 - B. Mengendarai motor sendiri untuk menghemat waktu
 - C. Menanam pohon, memilah sampah, dan mematikan lampu saat istirahat
 - D. Menggunakan AC kelas secara terus-menerus agar tetap nyaman belajar
 - E. Menyimpan makanan berlebih agar bisa dibuang esok hari

**Akses latihan soal
lainnya di sini yuk!**



Referensi

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability*. Cambridge University Press.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Cambridge University Press.

NASA. (2020). *Global climate change: Vital signs of the planet*. Retrieved from <https://climate.nasa.gov/>

United Nations (UN). (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. United Nations. Retrieved from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/>

Food and Agriculture Organization (FAO). (2013). *Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. FAO. Retrieved from <http://www.fao.org/3/i3437e/i3437e.pdf>

Smith, P., et al. (2014). *Agriculture, forestry, and other land use (AFOLU)*. In *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change* (pp. 811-922). Cambridge University Press.