

BUKU SISWA FISIKA

GELOMBANG DAN OPTIK

"Dari gelombang air hingga teknologi mikroskop dan radiasi"



Nama : _____

Kelas : _____

Sekolah : _____

Tahun Ajaran : _____

KARAKTER BUKU SISWA

Amati • Bertanya • Eksplorasi • Hitung • Analisis • Berargumentasi • Berkarya

Selamat Datang, Penjelajah Fisika!

Pernah bertanya mengapa suara ambulans berubah saat melewati kita? Mengapa sedotan tampak bengkok di dalam air? Mengapa kaca spion dibuat melengkung? Bagaimana mikroskop dapat memperbesar benda yang sangat kecil? Mengapa sinar-X bermanfaat di rumah sakit tetapi harus digunakan dengan pengamanan?

Semua pertanyaan tersebut berkaitan dengan gelombang dan optik. Dalam buku ini kamu tidak hanya membaca rumus. Kamu akan mengamati fenomena, mencoba simulasi, mengolah data, memecahkan masalah, dan mengomunikasikan hasil.

Cara Menggunakan Buku

Ikon	Makna
AMATI	Temukan fenomena di sekitar.
PAHAM	Baca konsep inti.
EKSPLORASI	Lakukan percobaan/simulasi.
HITUNG	Gunakan persamaan.
ANALISIS	Baca data dan cari pola.
REFLEKSI	Periksa pemahamanmu.
KOMUNIKASIKAN	Sampaikan hasil dengan bukti.

Peta Perjalanan Belajar

Gelombang → Besaran Gelombang → Gejala Gelombang → Bunyi → Cahaya → Cermin → Lensa → Alat Optik → Spektrum GEM → Mata → Miopi → Teknologi & Keselamatan → Proyek.

Tujuan Pembelajaran

Mengidentifikasi gelombang mekanik dan elektromagnetik serta hubungan panjang gelombang, frekuensi, periode, dan cepat rambat.

Menerapkan pembiasan dan Efek Doppler untuk menjelaskan dan menyelesaikan persoalan gelombang.

Menganalisis pembentukan bayangan pada cermin/lensa dan prinsip perbesaran mikroskop.

Mengevaluasi pemanfaatan, keterbatasan, dan risiko radiasi elektromagnetik.

Mendesain solusi kuantitatif gangguan penglihatan dan mengomunikasikan hasil investigasi berbasis data.

BAB 1 — MENGENAL GELOMBANG

FENOMENA PEMBUKA

Ketika batu dijatuhkan ke permukaan kolam, muncul riak yang menyebar. Daun di permukaan air lebih banyak bergerak naik-turun daripada berpindah jauh bersama riak. Apa yang sebenarnya merambat?

A. Pengertian Gelombang

Gelombang adalah getaran yang merambat dan membawa energi. Medium dapat ikut bergetar, tetapi tidak berpindah secara keseluruhan mengikuti gelombang.

B. Gelombang Mekanik dan Elektromagnetik

Jenis	Ciri	Contoh
Mekanik	Memerlukan medium untuk merambat.	Bunyi, gelombang air, gelombang pada tali.
Elektromagnetik	Tidak memerlukan medium; dapat merambat di ruang hampa.	Cahaya, radio, mikro, UV, X-ray, gamma.

C. Transversal dan Longitudinal

Transversal: arah getar tegak lurus arah rambat. Longitudinal: arah getar sejajar arah rambat.

Jenis	Ciri	Contoh
Transversal	Puncak dan lembah.	Gelombang pada tali, gelombang permukaan

		air (model sederhana).
Longitudinal	Rapatan dan renggangan.	Bunyi di udara, gelombang pada slinki.

D. Besaran Dasar Gelombang

Besaran	Simbol	Pengertian	Satuan
Amplitudo	A	Simpangan maksimum.	m
Panjang gelombang	λ	Jarak satu pola yang berulang.	m
Frekuensi	f	Jumlah getaran tiap sekon.	Hz
Periode	T	Waktu satu getaran.	s
Cepat rambat	v	Laju rambatan gelombang.	m/s

RUMUS KUNCI

$$T = 1/f \text{ dan } v = \lambda f$$

CONTOH SOAL — Cepat rambat

Diketahui: $\lambda = 0,8 \text{ m}$; $f = 5 \text{ Hz}$

Ditanyakan: v dan T

Penyelesaian:

$$v = \lambda f = 0,8 \times 5 = 4 \text{ m/s.}$$

$$T = 1/f = 1/5 = 0,2 \text{ s.}$$

E. Hubungan Antarbesaran

Untuk medium dan kondisi tertentu, cepat rambat dapat tetap. Karena $v = \lambda f$, ketika frekuensi meningkat, panjang gelombang dapat mengecil. Periode berbanding terbalik dengan frekuensi.

AKTIVITAS 1 — Berburu Gelombang

TUJUAN AKTIVITAS

Mengidentifikasi gelombang dari lingkungan.

Langkah kerja:

1. Cari tiga fenomena gelombang.
2. Catat medium, arah getar, dan contoh sumbernya.
3. Diskusikan alasan klasifikasi.

Pertanyaan analisis:

Apa perbedaan paling jelas antara mekanik dan elektromagnetik?

Apakah semua gelombang dapat merambat di ruang hampa? Jelaskan.

AKTIVITAS 2 — Eksplorasi λ , f , T , dan v

TUJUAN AKTIVITAS

Menemukan pola hubungan besaran gelombang.

Langkah kerja:

1. Gunakan $\lambda = 0,5$ m dan $f = 2, 4, 6, 8$ Hz.
2. Hitung T dan v untuk setiap data.
3. Buat grafik f terhadap T dan f terhadap v jika diminta guru.

Pertanyaan analisis:

Bagaimana T berubah saat f meningkat?

Apa yang terjadi pada v jika λ tetap?

Apa yang berubah jika λ diubah sementara f tetap?

BAB 2 — GEJALA GELOMBANG DAN BUNYI

A. Pemantulan, Pembiasan, Difraksi, dan Interferensi

Gejala	Makna sederhana	Contoh
Pemantulan	Gelombang kembali setelah mengenai batas.	Gema, cermin.
Pembiasan	Arah/cepat rambat berubah saat masuk medium berbeda.	Pensil tampak bengkok dalam air.
Difraksi	Gelombang menyebar setelah melewati celah/tepi.	Suara masih terdengar di balik pintu.
Interferensi	Pertemuan gelombang menghasilkan penguatan atau pelemahan.	Pola terang-gelap pada cahaya.

B. Pembiasan Cahaya

Ketika cahaya berpindah medium, cepat rambatnya dapat berubah sehingga arah rambatnya berubah. Indeks bias menyatakan perbandingan cepat rambat cahaya di ruang hampa terhadap medium.

HUKUM SNELLIUS

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

n = indeks bias; θ = sudut terhadap garis normal.

CONTOH SOAL — Pembiasan

Diketahui: $n_1 = 1,0$; $n_2 = 1,5$; $\theta_1 = 30^\circ$

Ditanyakan: $\sin \theta_2$

Penyelesaian:

$\sin \theta_2 = (1,0/1,5) \sin 30^\circ = 1/3$. Maka $\theta_2 \approx 19,5^\circ$.

C. Bunyi

Bunyi merupakan gelombang mekanik. Di udara, bunyi umumnya berupa gelombang longitudinal. Kecepatan bunyi bergantung pada medium dan kondisi.

Rentang	Frekuensi	Contoh
Infrasonik	$< 20 \text{ Hz}$	Beberapa getaran alam/hewan tertentu.
Audiosonik	$20\text{--}20.000 \text{ Hz}$	Rentang pendengaran manusia ideal.
Ultrasonik	$> 20.000 \text{ Hz}$	USG, sonar, pemeriksaan material.

D. Efek Doppler

Efek Doppler adalah perubahan frekuensi yang diterima pengamat akibat gerak relatif sumber dan pengamat. Saat sumber mendekat, frekuensi yang diterima lebih tinggi; saat menjauh, lebih rendah.

KASUS SUMBER BERGERAK

Pengamat diam: $f' = f \cdot v/(v \pm v_s)$

Gunakan tanda $-$ ketika sumber mendekat dan tanda $+$ ketika sumber menjauh.

CONTOH SOAL — Ambulans

Diketahui: $f = 700 \text{ Hz}$; $v = 340 \text{ m/s}$; $v_s = 20 \text{ m/s}$; sumber mendekat

Ditanyakan: f'

Penyelesaian:

$f' = 700 \times 340/(340 - 20) = 743,75 \text{ Hz}$.

AKTIVITAS 3 — Misteri Suara Ambulans

TUJUAN AKTIVITAS

Menganalisis perubahan frekuensi.

Langkah kerja:

1. Gunakan contoh data di atas.
2. Bandingkan dengan kondisi sumber menjauh.
3. Jelaskan mengapa kedua hasil berbeda.

Pertanyaan analisis:

Apa bukti numerik bahwa frekuensi berubah?

Bagaimana hasilnya jika kecepatan sumber diperbesar?

BAB 3 — CAHAYA, CERMIN, DAN LENSA

AMATI

Perhatikan wajahmu pada cermin datar. Bandingkan dengan kaca spion kendaraan. Mengapa ukuran dan bidang pandangnya berbeda?

A. Pemantulan Cahaya

Hukum pemantulan: sudut datang sama dengan sudut pantul. Kedua sudut diukur terhadap garis normal.

B. Cermin Datar

Bayangan maya.

Tegak.

Sama besar.

Jarak bayangan dari cermin sama dengan jarak benda.

C. Cermin Lengkung

Cermin	Sifat umum	Pemanfaatan
Cekung	Konvergen; sifat bayangan bergantung posisi benda.	Cermin rias, reflektor.
Cembung	Divergen; bayangan maya, tegak, diperkecil.	Kaca spion, cermin keamanan.

D. Lensa

Lensa	Sifat	Bayangan umum
Cembung	Konvergen.	Dapat nyata/terbalik atau maya/tegak bergantung posisi benda.
Cekung	Divergen.	Maya, tegak, diperkecil.

PERSAMAAN LENSA

$$1/f = 1/s + 1/s'$$

$$M = h'/h = s'/s \text{ (untuk besar perbesaran gunakan nilai mutlak).}$$

CONTOH SOAL — Lensa Cembung

Diketahui: $s = 30 \text{ cm}$; $f = 10 \text{ cm}$

Ditanyakan: s' dan M

Penyelesaian:

$$1/s' = 1/10 - 1/30 = 2/30 = 1/15 \rightarrow s' = 15 \text{ cm.}$$

$$M = s'/s = 15/30 = 0,5. \text{ Bayangan nyata, terbalik, diperkecil.}$$

AKTIVITAS 4 — Laboratorium Bayangan

TUJUAN AKTIVITAS

Menghubungkan posisi benda, bayangan, dan perbesaran.

Langkah kerja:

1. Gunakan simulasi lensa.
2. Ubah s dan catat s' .
3. Hitung M .
4. Tentukan sifat bayangan.

Pertanyaan analisis:

Apa yang terjadi ketika s mendekati f ?

Bagaimana hubungan s dan s' ?

Kapan bayangan menjadi lebih besar dari benda?

BAB 4 — ALAT OPTIK DAN MIKROSKOP

A. Mengapa Alat Optik Dibutuhkan?

Mata memiliki keterbatasan ukuran objek dan jarak pengamatan. Alat optik membantu membentuk bayangan yang lebih besar, lebih jelas, atau memungkinkan pengamatan objek yang sangat jauh/kecil.

B. Kamera dan Lup

Kamera menggunakan lensa untuk memfokuskan cahaya pada sensor.

Lup adalah lensa cembung yang digunakan untuk menghasilkan bayangan maya yang diperbesar saat benda berada di dalam fokus.

C. Mikroskop

Mikroskop majemuk menggunakan lensa objektif dan okuler. Objektif membentuk bayangan antara yang kemudian diperbesar lagi oleh okuler.

ALUR MIKROSKOP

Objek $\rightarrow$ Objektif $\rightarrow$ Bayangan antara $\rightarrow$ Okuler $\rightarrow$ Mata

Untuk pendekatan sederhana, perbesaran total dapat dinyatakan sebagai $M_{\text{total}} = M_{\text{obj}} \times M_{\text{ok}}$. Dalam pembahasan yang lebih rinci, perbesaran bergantung pada posisi benda, fokus lensa, dan kondisi mata.

CONTOH SOAL — Perbesaran Mikroskop

Diketahui: $M_{\text{obj}} = 10\times$; $M_{\text{ok}} = 5\times$

Ditanyakan: M_{total}

Penyelesaian:

$$M_{\text{total}} = 10 \times 5 = 50\times.$$

AKTIVITAS 5 — Menganalisis Mikroskop**TUJUAN AKTIVITAS**

Menganalisis perbesaran berdasarkan data.

Langkah kerja:

1. Gunakan dua kombinasi objektif dan okuler.
2. Hitung perbesaran total.
3. Bandingkan hasilnya.

Pertanyaan analisis:

Mengapa perbesaran tidak cukup hanya dengan satu lensa?

Apa keterbatasan memperbesar gambar terus-menerus?

BAB 5 — SPEKTRUM GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK**PERTANYAAN PEMANTIK**

Bagaimana ponsel mengirim informasi tanpa kabel? Bagaimana remote mengendalikan televisi? Bagaimana dokter dapat melihat tulang tanpa membedah tubuh?

Jawabannya berkaitan dengan gelombang elektromagnetik (GEM). Semua GEM dapat merambat di ruang hampa dan memiliki hubungan $v = \lambda f$.

Jenis	Contoh	Pemanfaatan	Catatan keselamatan
Radio	Siaran radio	Komunikasi	Kelola interferensi dan paparan sesuai standar.
Mikro	Wi-Fi, radar	Komunikasi, pemanasan	Hindari sumber intensitas tinggi tanpa perlindungan.
Inframerah	Remote, termal	Kontrol, pencitraan	Dapat menimbulkan pemanasan.
Tampak	Cahaya	Penglihatan, kamera	Cahaya sangat intens dapat mengganggu/merusak mata.

UV	Matahari	Sterilisasi tertentu	Paparan berlebih berisiko bagi kulit dan mata.
X-ray	Radiografi	Pencitraan medis	Radiasi pengion; gunakan proteksi dan prinsip justifikasi.
Gamma	Radioterapi	Terapi/sterilisasi	Radiasi pengion; perlu pengendalian ketat.

Hubungan Frekuensi, Panjang Gelombang, dan Energi

RUMUS

$$c = \lambda f$$

$$E = hf$$

Untuk GEM di ruang hampa, $c \approx 3 \times 10^8$ m/s.

Semakin besar frekuensi, semakin kecil panjang gelombang jika cepat rambat tetap. Energi foton meningkat ketika frekuensi meningkat.

AKTIVITAS 6 — Teknologi atau Risiko?

TUJUAN AKTIVITAS

Mengevaluasi manfaat dan langkah aman.

Langkah kerja:

1. Pilih tiga teknologi berbasis GEM.
2. Cari jenis GEM dan fungsi utamanya.
3. Identifikasi risiko yang relevan.
4. Tulis langkah penggunaan aman berdasarkan sumber tepercaya.

Pertanyaan analisis:

Mengapa UV dan X-ray tidak boleh diperlakukan sama?

Apa perbedaan risiko radiasi pengion dan nonpengion secara umum?

BAB 6 — MATA DAN GANGGUAN PENGLIHATAN

A. Bagian penting mata

Bagian	Fungsi singkat
Kornea	Membantu pembiasan cahaya.
Iris & pupil	Mengatur jumlah cahaya masuk.
Lensa mata	Memfokuskan cahaya.

Retina	Menerima rangsangan cahaya.
Saraf optik	Membawa informasi ke otak.

B. Akomodasi

Akomodasi adalah kemampuan mata mengubah bentuk lensa untuk memfokuskan objek pada jarak berbeda.

C. Miopi

Pada miopi, objek jauh tidak difokuskan tepat pada retina. Koreksinya menggunakan lensa cekung sehingga sistem optik membantu memindahkan posisi fokus ke retina.

KEKUATAN LENSA

$P = 1/f$, f dalam meter, P dalam dioptri (D).

CONTOH SOAL — Koreksi Miopi

Diketahui: Titik jauh $PR = 2$ m

Ditanyakan: f dan P

Penyelesaian:

Untuk objek sangat jauh, $f \approx -PR = -2$ m.

$P = 1/(-2) = -0,5$ D.

D. Gangguan lain

Gangguan	Kesulitan umum	Koreksi umum
Miopi	Melihat jauh	Lensa cekung
Hipermetropi	Melihat dekat	Lensa cembung
Presbiopi	Akomodasi menurun karena usia	Kacamata sesuai kebutuhan penglihatan

AKTIVITAS 7 — Desain Kacamata

TUJUAN AKTIVITAS

Mendesain solusi kuantitatif untuk miopi.

Langkah kerja:

1. Tentukan titik jauh dari kasus.
2. Tentukan jenis lensa.
3. Hitung fokus.
4. Hitung kekuatan lensa.
5. Jelaskan alasan pilihan lensa.

Pertanyaan analisis:

Mengapa kekuatan lensa miopi bernilai negatif?

Bagaimana hasil berubah jika titik jauh lebih kecil?

LABORATORIUM VIRTUAL — BELAJAR DENGAN DATA

Gunakan simulasi web yang disediakan guru, misalnya simulasi gelombang, pembiasan, lensa, atau mata. Fokus kegiatan bukan sekadar mencoba tombol, tetapi melakukan penyelidikan.

Rancangan Investigasi

Komponen	Isi yang harus dibuat siswa
Pertanyaan	Apa yang ingin diketahui?
Hipotesis	Dugaan hubungan antarvariabel.
Variabel bebas	Besaran yang sengaja diubah.
Variabel terikat	Besaran yang diamati.
Kontrol	Besaran yang dijaga tetap.
Data	Hasil pengamatan numerik.
Grafik	Representasi pola data.
Kesimpulan	Jawaban berdasarkan bukti.

Contoh Tabel Data

Percobaan	Variabel bebas	Hasil	Perhitungan	Catatan
1				
2				
3				
4				
5				

Literasi Data

Jangan mengubah data agar sesuai teori.

Tuliskan satuan setiap besaran.

Gunakan grafik jika hubungan lebih mudah dilihat secara visual.

Jika hasil berbeda dari teori, cari kemungkinan penyebabnya.

Kesimpulan harus menjawab pertanyaan investigasi dan didukung data.

PROYEK AKHIR — FISIKA DI SEKITARKU

Pilih satu fenomena: bunyi kendaraan, kaca spion, kacamata, kamera, mikroskop, Wi-Fi, remote, USG, X-ray, atau fenomena cahaya lain.

Tantangan

Jelaskan fenomena menggunakan konsep fisika dan, jika memungkinkan, dukung dengan data serta perhitungan.

Produk yang dikumpulkan

Judul dan pertanyaan investigasi.

Penjelasan konsep.

Data/tabel dan grafik.

Perhitungan.

Analisis.

Manfaat dan keterbatasan.

Langkah aman jika relevan.

Kesimpulan.

Presentasi, poster, infografis, atau laporan singkat.

Rubrik

Aspek	4	3	2	1
Konsep	Sangat tepat dan mendalam	Tepat	Sebagian tepat	Banyak kesalahan
Data	Lengkap dan konsisten	Cukup lengkap	Ada kekurangan	Tidak memadai
Analisis	Berbasis bukti	Cukup berbasis data	Masih deskriptif	Tidak didukung data
Solusi	Kuantitatif dan logis	Logis	Sebagian sesuai	Tidak jelas
Komunikasi	Jelas, sistematis, menarik	Jelas	Kurang sistematis	Sulit dipahami

LATIHAN AKHIR BAB DAN ASESMEN

A. Pilihan Konsep

1. Gelombang yang memerlukan medium disebut

2. Besaran yang menyatakan banyak getaran per sekon adalah
3. Jika frekuensi 5 Hz, periodenya adalah
4. Perubahan arah cahaya ketika masuk medium berbeda disebut
5. Saat sumber bunyi mendekat, frekuensi yang terdengar umumnya
6. Lensa yang digunakan untuk koreksi miopi adalah
7. Cermin cembung biasa digunakan pada
8. Urutan GEM dari frekuensi rendah ke tinggi adalah
9. Radiasi yang digunakan untuk radiografi adalah
10. Satuan kekuatan lensa adalah

B. Numerasi dan Penalaran

1. Gelombang memiliki $\lambda = 2$ m dan $f = 3$ Hz. Tentukan v dan T .
2. Sebuah sumber bunyi 600 Hz bergerak mendekati pengamat dengan 15 m/s. Gunakan $v = 340$ m/s dan tentukan frekuensi teramati.
3. Sebuah lensa cembung memiliki $f = 12$ cm dan benda berada 36 cm di depannya. Tentukan s' dan M .
4. Titik jauh seorang penderita miopi adalah 1,5 m. Tentukan fokus dan kekuatan lensa koreksi untuk benda sangat jauh.
5. Sebuah gelombang GEM memiliki frekuensi 2,4 GHz. Hitung panjang gelombangnya di ruang hampa.

C. Berpikir Kritis

1. Mengapa suara di balik pintu masih dapat terdengar walaupun kita tidak melihat sumbernya?
2. Mengapa meningkatkan perbesaran mikroskop tidak selalu membuat gambar semakin berguna?
3. Apakah semua radiasi elektromagnetik berbahaya? Jelaskan berdasarkan jenis, energi, intensitas, dan kondisi paparan.
4. Bagaimana data simulasi dapat membantu membedakan dugaan yang benar dan salah?
5. Rancang satu solusi sederhana untuk mengurangi risiko paparan radiasi di lingkungan sekolah.

REFLEKSI AKHIR

☐ Apa konsep paling penting yang kamu pelajari?

Jawaban:

☐ Fenomena apa yang sekarang dapat kamu jelaskan dengan fisika?

Jawaban:

☐ Rumus apa yang paling sering kamu gunakan dan apa makna setiap simbolnya?

Jawaban:

☐ Bagian mana yang masih membutuhkan latihan?

Jawaban:

☐ Bagaimana kamu akan menggunakan pengetahuan gelombang dan optik secara aman?

Jawaban:

KUNCI JAWABAN SINGKAT

Pilihan konsep: 1 mekanik; 2 frekuensi; 3 0,2 s; 4 pembiasan; 5 meningkat; 6 cekung; 7 kaca spion; 8 radio → mikro → inframerah → tampak → UV → X → gamma; 9 X-ray; 10 dioptri.

Numerasi 1: $v = 6 \text{ m/s}$; $T = 0,333 \text{ s}$.

Numerasi 2: $f \approx 627,7 \text{ Hz}$.

Numerasi 3: $s' = 18 \text{ cm}$; $|M| = 0,5$.

Numerasi 4: $f = -1,5 \text{ m}$; $P \approx -0,67 \text{ D}$.

Numerasi 5: $\lambda = c/f = 3 \times 10^8 / (2,4 \times 10^9) = 0,125 \text{ m}$.

GLOSARIUM

Amplitudo: Simpangan maksimum.

Panjang gelombang: Jarak satu pola berulang.

Frekuensi: Jumlah getaran per sekon.

Periode: Waktu satu getaran.

Cepat rambat: Laju perambatan gelombang.

Pembiasan: Perubahan arah/cepat rambat karena perubahan medium.

Efek Doppler: Perubahan frekuensi akibat gerak relatif.

Refleksi: Pemantulan.

Difraksi: Penyebaran gelombang melalui celah/tepi.

Interferensi: Perpaduan dua atau lebih gelombang.

Perbesaran: Perbandingan ukuran bayangan dan benda.

Dioptri: Satuan kekuatan lensa.

Miopi: Gangguan penglihatan jauh yang dikoreksi dengan lensa cekung.

Radiasi pengion: Radiasi yang memiliki energi cukup untuk mengionisasi materi.