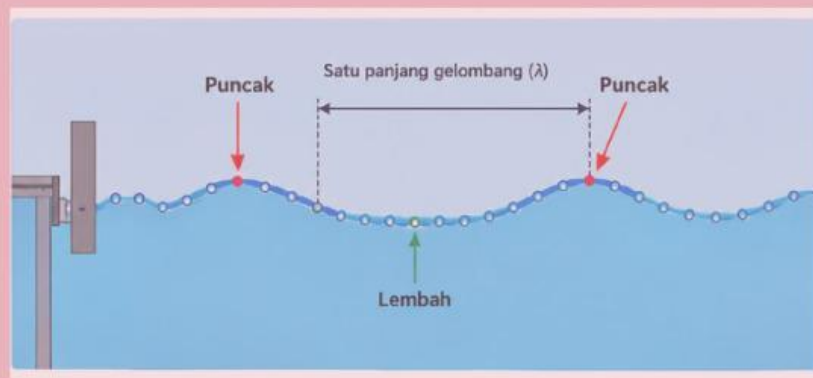


Lembar Kerja Peserta Didik
Untuk SMA/MA

LKPD 1

Wave Intro



Disusun oleh: Siti Zazkiah Jamil

LKPD FISIKA BERBASIS PHET SIMULATION

Waves Intro

Menyelidiki Karakteristik dan Besaran Gelombang Melalui Simulasi PhET

IDENTITAS

Komponen	Keterangan
Mata Pelajaran	Fisika
Kelas / Fase	XI SMA / Fase F
Materi Pokok	Gelombang
Simulasi	PhET Interactive Simulations — Waves Intro (https://phet.colorado.edu/en/simulations/waves-intro)
Alokasi Waktu	2 x 45 menit
Model Pembelajaran	Discovery Learning berbasis laboratorium virtual (virtual lab)

Nama :
Kelas :
Kelompok :
Anggota Kelompok: 1.
2.
3.
Tanggal :

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah melakukan kegiatan menggunakan simulasi PhET Waves Intro, murid diharapkan mampu:

1. Mengidentifikasi karakteristik gelombang (bentuk gelombang, arah getar, dan arah rambat) melalui simulasi PhET Waves Intro.
2. Menentukan panjang gelombang (λ) menggunakan alat ukur virtual pada simulasi.
3. Menentukan periode (T) dan frekuensi (f) gelombang menggunakan alat ukur waktu virtual pada simulasi.
4. Menyelidiki hubungan antara frekuensi dan panjang gelombang melalui eksperimen virtual.
5. Menghitung cepat rambat gelombang (v) berdasarkan data hasil pengukuran, serta memverifikasi kesesuaian antara rumus $v = \lambda f$ dan $v = \lambda/T$.
6. Menyajikan data hasil percobaan dalam bentuk tabel dan grafik, serta menganalisisnya secara ilmiah.
7. Menarik kesimpulan berdasarkan data hasil percobaan virtual yang telah dilakukan

A. Fenomena

Ketika sebuah batu dijatuhkan ke permukaan air, akan terbentuk riak yang merambat menjauhi sumber gangguan. Jika frekuensi getaran sumber diubah, pola gelombang yang terbentuk juga dapat berubah.

Prediksi:

1. Menurutmu, jika frekuensi gelombang diperbesar, bagaimana perubahan panjang gelombangnya?
2. Menurut prediksimu, apakah cepat rambat gelombang akan berubah jika frekuensi sumber diubah-ubah, selama medium perambatannya tidak berubah?

Jawaban:

.....

.....

.....

B. Dasar Teori dan Rumus

Gelombang adalah getaran yang merambat dan membawa energi tanpa memindahkan partikel medium secara permanen.

Besaran-besaran gelombang yang akan diukur pada LKPD ini:

Tabel 1. Dasar Teori dan Rumus

Besaran	Simbol	Satuan	Definisi
Panjang gelombang	λ	meter (m)	Jarak antara dua puncak (atau dua lembah) yang berurutan
Periode	T	sekon (s)	Waktu yang dibutuhkan untuk membentuk satu gelombang penuh
Frekuensi	f	hertz (Hz)	Banyaknya gelombang yang terbentuk tiap satu satuan waktu
Cepat rambat	v	m/s	Jarak yang ditempuh gelombang tiap satuan waktu

Rumus-rumus penting:

$$f = \frac{1}{T} \qquad v = \lambda \times f \qquad v = \frac{\lambda}{T}$$

Kedua rumus terakhir secara matematis harus menghasilkan nilai yang sama, karena $f=1/T$. Pada LKPD ini, kamu akan membuktikan sendiri kebenaran hubungan tersebut menggunakan data hasil pengukuran pada simulasi

C. Alat dan Bahan

1. Laptop/komputer/gawai yang terhubung internet
2. Simulasi PhET Waves Intro (scene Water)
3. Alat ukur virtual bawaan simulasi: penggaris (ruler) dan stopwatch
4. Alat Tulis, Kalkulator, dan LKPD ini

D. Variabel Percobaan

Tabel 2. Identifikasi Variabel dalam percobaan

Kegiatan	Variabel Bebas	Variabel Terikat	Variabel Kontrol
Kegiatan 1	Jenis gelombang (Water/Sound/Light)	Karakteristik gelombang yang teramati	Amplitudo sumber
Kegiatan 2	Posisi dua puncak gelombang berurutan	Panjang gelombang (λ)	Frekuensi dan amplitudo sumber
Kegiatan 3	Waktu tempuh satu gelombang penuh	Periode (T) dan frekuensi (f)	Frekuensi sumber (dibuat tetap saat diukur)
Kegiatan 4	Frekuensi sumber getar	Panjang gelombang (λ) yang terbentuk	Medium (kedalaman air pada scene Water)

E. Prosedur dan Kegiatan Percobaan

Kegiatan 1: Mengidentifikasi Karakteristik Gelombang

1. Buka simulasi PhET Waves Intro, pilih scene Water (gambar keran air).
2. Aktifkan keran hingga muncul gelombang air merambat.
3. Amati arah getar partikel air (naik-turun) dibandingkan arah rambat gelombang (mendatar/horizontal).
4. Pindah ke scene Sound, aktifkan sumber bunyi (speaker), amati pola rapatan-renggangan yang terbentuk (aktifkan tampilan "partikel" jika tersedia).
5. Pindah ke scene Light, aktifkan sumber cahaya (laser), amati bentuk gelombangnya.
6. Catat hasil pengamatanmu pada tabel berikut.

Tabel 3. Mengidentifikasi Karakteristik Gelombang

Scene	Jenis Gelombang (Mekanik/EM)	Arah Getar vs Arah Rambat	Jenis (Transversal/Longitudinal)
Water			
Sound			
Light			

Pertanyaan:

1. Mengapa gelombang pada scene Sound tergolong longitudinal, sedangkan gelombang pada scene Water dan Light tergolong transversal? Jelaskan berdasarkan arah getar partikel yang kamu amati!

2. Apa perbedaan mendasar antara gelombang pada scene Water/Sound dengan gelombang pada scene Light, ditinjau dari kebutuhan mediumnya?

.....

.....

.....

.....

Kegiatan 2: Menentukan Panjang Gelombang (λ)

1. Pada scene Water, atur frekuensi sumber pada nilai tertentu (misalnya sesuai instruksi guru atau nilai bebas, catat nilainya).
2. Ambil alat ukur penggaris (ruler) dari kotak alat (toolbox) dipojok simulasi, lalu tarik ke area gelombang.
3. Posisikan penggaris sejajar dengan arah rambat gelombang.
4. Ukur jarak antara satu puncak gelombang dengan puncak berikutnya (satu λ penuh). Ulangi pengukuran pada 3 pasang puncak yang berbeda untuk memastikan konsistensi data.
5. Catat hasil pengukuran pada tabel berikut. Buka simulasi PhET Waves Intro, pilih scene Water (gambar keran air).

Tabel 4. Pengaruh Menentukan Panjang Gelombang

Percobaan ke-	Frekuensi Sumber (Hz)	Posisi Puncak ke-1 (cm)	Posisi Puncak ke-2 (cm)	Panjang Gelombang λ (cm)
1				
2				
3				

Rata-rata λ

Pertanyaan:

1. Apakah nilai λ yang kamu peroleh dari tiga kali pengukuran menghasilkan nilai yang konsisten (hampir sama)? Jika tidak, menurutmu apa penyebabnya?

.....

.....

.....

.....

Kegiatan 3: Menentukan Periode dan Frekuensi (f)

1. Tetap gunakan pengaturan frekuensi sumber yang sama seperti pada Kegiatan 2.
2. Ambil alat ukur stopwatch/timer dari toolbox simulasi.
3. Amati satu titik tertentu pada gelombang (misalnya sebuah pelampung/marker jika tersedia, atau titik tetap pada permukaan air).

4. Nyalakan stopwatch tepat saat titik tersebut berada dipuncak, lalu hentikan stopwatch tepat saat titik tersebut kembali ke puncak untuk pertama kalinya (satu getaran penuh = satu periode).
5. Ulangi pengukuran sebanyak 3 kali, lalu hitung rata-ratanya
6. Hitung frekuensi hasil pengukuran menggunakan rumus $f=1/T$, lalu bandingkan dengan nilai frekuensi yang tertera pada pengaturan simulasi (slider frequency)

Tabel 5. Menentukan Periode dan Frekuensi

Percobaan ke-	Waktu Mulai (s)	Waktu Selesai (s)	Periode T (s)
1			
2			
3			
Rata-rata T			

Perhitungan frekuensi hasil pengukuran:

$$f_{ukur} = \frac{1}{T_{rata-rata}} = \dots\dots\dots$$

Perbandingan dengan frekuensi pada f simulasi =Hz

Pertanyaan:

1. Apakah nilai f (ukur) yang kamu hitung mendekati nilai f (simulasi) Yang tertera pada slider? Jika terdapat selisih, menurutmu apa yang menyebabkannya (pertimbangkan keterbatasan pengukuran waktu secara manual?

.....

.....

.....

.....

Kegiatan 4: Menyelidiki hubungan Frekuensi dan Panjang Gelombang

1. Pastikan medium (kedalaman air) tidak diubah selama kegiatan ini berlangsung.
2. Atur frekuensi sumber pada beberapa nilai berbeda (minimal 5 variasi, misalnya dari frekuensi rendah ke tinggi).
3. Untuk setiap nilai frekuensi, ukur panjang gelombang (λ) menggunakan penggaris virtual seperti pada Kegiatan 2.
4. Catat seluruh data pada tabel berikut.

Tabel 6. Hubungan Frekuensi dan Panjang Gelombang

Percobaan ke-	Frekuensi f (Hz)	Panjang Gelombang λ (cm)
1		
2		
3		
4		
5		

Pertanyaan:

1. Berdasarkan data pada tabel diatas, bagaimana pola hubungan antara frekuensi dan panjang gelombang? (Berbanding lurus/berbanding terbalik/tidak ada hubungan)

.....

.....

.....

2. Bandingkan hasil percobaanmu dengan prediksi awal yang kamu tuliskan pada bagian A. Apakah prediksimu terbukti benar? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

F. Pengolahan Data

Gunakan data rata-rata dari Kegiatan 2 dan Kegiatan 3 untuk melengkapi tabel 7 berikut:

Besaran	Nilai Hasil Percobaan
Panjang gelombang (λ) rata-rata	 cm = m
Periode (T) rata-rata	 s
Frekuensi (f) hasil pengukuran	 Hz

Perhitungan cepat rambat gelombang (v):

Menggunakan rumus $v = \lambda \times f$:

$$v_1 = \lambda \times f = \dots \times \dots = \dots \text{ m/s}$$

Menggunakan rumus $v = \lambda/T$:

$$v_2 = \frac{\lambda}{T} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ m/s}$$

G. Teknik Analisis Data

Analisis data pada LKPD ini dilakukan melalui tiga cara:

1. Analisis kuantitatif langsung menghitung λ , T , f , dan v dari data pengukuran, lalu dibandingkan dengan nilai yang tertera pada pengaturan simulasi.
2. Analisis komparatif membandingkan hasil perhitungan v menggunakan dua rumus berbeda ($v = \lambda f$ dan $v = \lambda / T$) untuk menguji konsistensi/verifikasi hubungan matematis antar besaran gelombang.
3. Analisis grafik membuat grafik hubungan antara frekuensi (f) dan panjang gelombang (λ) dari data Kegiatan 4, untuk mengidentifikasi pola hubungan antar variabel secara visual.

H. Verifikasi $v = \lambda f$ dengan $v = \lambda / T$

Tabel 8. Verifikasi

Rumus	Hasil Perhitungan (m/s)
$v_1 = \lambda \times f$	
$v_2 = \lambda / T$	
Selisih ($v_1 - v_2$)	
Persentase selisih (%)	

$$\text{Persentase selisih} = \frac{|v_1 - v_2|}{v_1} \times 100\%$$

Pertanyaan Verifikasi:

1. Apakah nilai v_1 dan v_2 yang kamu peroleh menghasilkan nilai yang sama atau mendekati sama? Jika terdapat sedikit selisih, jelaskan kemungkinan penyebabnya (pertimbangkan ketelitian alat ukur virtual dan pembulatan angka)!

.....

.....

.....

.....

2. Apa kesimpulanmu mengenai hubungan antara rumus $v = \lambda f$ dan $v = \lambda / T$ berdasarkan hasil verifikasi ini?

.....

.....

.....

.....

I. Tabel Rekapitulasi Eksperimen

Tabel 9. Rekapitulasi Eksperimen

No.	Frekuensi f (Hz)	Panjang Gelombang λ (m)	Periode T (s)	Cepat Rambat v (m/s)
1				
2				
3				
4				
5				

J. Grafik

Buatlah grafik hubungan antara frekuensi (f) pada sumbu-X dan panjang gelombang (λ) pada sumbu-Y, berdasarkan data pada Kegiatan 4/Tabel Rekapitulasi.

Petunjuk membuat grafik:

1. Gunakan kertas grafik atau aplikasi pengolah data (Excel/ Google Sheets /tuliskan manual).
2. Sumbu-X: frekuensi (Hz), sumbu-Y: panjang gelombang(m).
3. Plot setiap titik data (f, λ) dari tabel rekapitulasi.
4. Hubungkan titik-titik tersebut dan amati bentuk kurva yang terbentuk (garis lurus, kurva menurun, dsb)



Pertanyaan Analisis Grafik:

1. Berbentuk apakah grafik hubungan f dan λ yang kamu peroleh? Apa makna bentuk grafik tersebut terhadap jenis hubungan kedua besaran ini?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

K. Soal Perhitungan

Kerjakan soal-soal berikut berdasarkan konsep yang telah kamu pelajari melalui per cobaan:

1. Sebuah gelombang air pada simulasi memiliki frekuensi 2 Hz dan panjang gelombang 0,5 m. Berapakah cepat rambat gelombang tersebut?

Jawaban:

2. Jika cepat rambat gelombang pada suatu medium adalah 3 m/s dan frekuensinya 6 Hz, berapakah panjang gelombangnya?

Jawaban:

3. Sebuah gelombang memiliki periode 0,25 sekon. Jika panjang gelombangnya 40 cm, tentukan cepat rambat gelombang tersebut!

Jawaban:

4. Berdasarkan hasil percobaanmu pada Kegiatan 4, jika frekuensi sumber dinaikkan menjadi dua kali lipat sementara medium tidak berubah, prediksikan apa yang akan terjadi pada panjang gelombang dan cepat rambatnya! Jelaskan dengan rumus.

Jawaban:

L. Analisis Hubungan Frekuensi dan Panjang Gelombang

Jawablah pertanyaan analisis berikut secara mendalam berdasarkan seluruh data yang telah kamu kumpulkan:

1. Berdasarkan Kegiatan 4 dan grafik yang telah kamu buat, jelaskan hubungan matematis antara frekuensi (f) dan panjang gelombang (λ) ketika cepat rambat gelombang (v) dijaga konstan (medium tidak berubah)!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Mengapa cepat rambat gelombang (v) tetap konstan meskipun frekuensi sumber getarnya diubah-ubah, selama medium perambatannya tidak berubah? Kaitkan jawabanmu dengan sifat medium sebagai penentu cepat rambat gelombang!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Jika kamu mengganti medium (misalnya mengubah kedalaman air pada scene Water), namun frekuensi sumber tetap sama, prediksikan apa yang akan terjadi pada panjang gelombang dan cepat rambatnya! (Kamu dapat mencoba hal ini secara langsung pada simulasi sebagai eksplorasi tambahan)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

M. Kesimpulan dan Refleksi Diri

Kesimpulan:

Berdasarkan seluruh kegiatan percobaan yang telah dilakukan, tuliskan kesimpulanmu mengenai:

1. Karakteristik gelombang transversal dan longitudinal yang telah diamati:

.....

.....

.....

.....

.....

2. Cara menentukan panjang gelombang, periode, dan frekuensi melalui pengukuran:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Hubungan antara frekuensi dan panjang gelombang pada cepat rambat yang konstan:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Refleksi Diri:

1. Bagian kegiatan manakah yang menurutmu paling mudah dilakukan? Mengapa?

2. Bagian kegiatan manakah yang menurutmu paling menantang? Apa kendala yang kamu hadapi dan bagaimana kamu mengatasinya?

3. Bagaimana tingkat pemahamanmu terhadap konsep besaran-besaran gelombang setelah melakukan percobaan ini dibandingkan sebelum melakukan percobaan? (skala 1–5)

N. Daftar Pustaka

- Giancoli, D. C. (2014). Physics: Principles with Applications (7th ed.). Pearson Education.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2013). Fundamentals of Physics (10th ed.). John Wiley & Sons.
- Kanginan, M. (2016). Fisika untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Erlangga.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2021). Buku Peserta Didik Fisika Kelas XI. Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan.
- PhET Interactive Simulations. (n.d.). Waves Intro [Simulasi interaktif]. University of Colorado Boulder