

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bahan Ajar

DAFTAR ISI

A. PENDAHULUAN	1
B. CAPAIAN PEMBELAJARAN	1
C. SUB-CAPAIAN PEMBELAJARAN	1
D. URAIAN MATERI.....	2
1. Pengertian Gelombang	2
2. Karakteristik Gelombang	4
3. Kecepatan Gelombang	6
4. Superposisi Gelombang	8
5. Gelombang Stasioner	9
6. Pemantulan Gelombang	11
7. Interferensi dan difraksi gelombang.....	13
8. Fungsi Gelombang Mekanis	14
9. Gelombang Bunyi	21
E. RANGKUMAN MATERI	23
F. DAFTAR PUSTAKA	24
G. TES FORMATIF	24

PENDAHULUAN

1. Deskripsi singkat modul gelombang mekanik

Modul ini merupakan bahan ajar tentang materi gelombang mekanik yang disajikan secara terstruktur dan sistematis untuk mencapai Capaian Pembelajaran yang terkait dengan kompetensi pembelajaran bagi guru/calon guru. Materi yang akan anda pelajari meliputi konsep dasar gelombang mekanik, persamaan gelombang, perambatan macam-macam gelombang mekanik dalam medium, serta perpaduan gelombang. Bahan ajar ini juga disertai dengan video untuk memperjelas pemahaman anda.

2. Relevansi

Melalui pembelajaran dalam modul ini, peserta dapat dibantu untuk memahami konsep gelombang mekanik. Beberapa peristiwa yang terjadi dalam gelombang mekanik, dapat digunakan untuk mempelajari peristiwa cahaya seperti interferensi dan difraksi cahaya.

3. Petunjuk pemakaian

Agar dapat memahami materi dalam modul ini, anda perlu mempelajari isi modul ini dengan cermat melihat; mengerjakan soal yang disediakan di bagian akhir.

B. CAPAIAN PEMBELAJARAN

Menguasai konsep-konsep gelombang mekanik

C. SUB-CAPAIAN PEMBELAJARAN

- a. Merumuskan persamaan gelombang berdasarkan sajian grafik,
- b. Menganalisis besaran-besaran fisis gelombang stasioner dan gelombang berjalan

- c. Menelaah karakteristik pemantulan gelombang mekanik

D. URAIAN MATERI

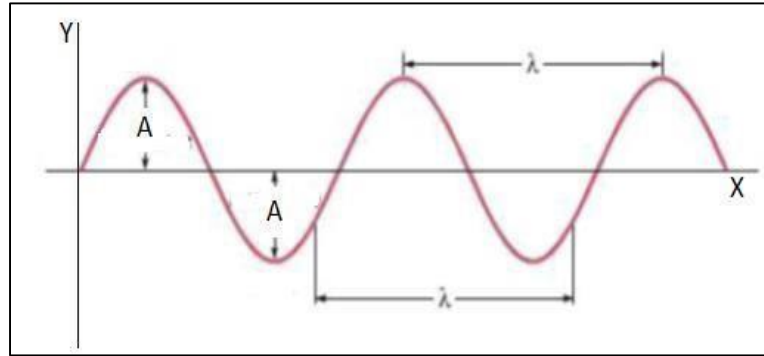
1. Pengertian Gelombang

Gelombang merambat melalui suatu medium (misalnya air atau tali). Apa sebenarnya yang merambat? Apa yang dirambatkan? Dan apakah mediumnya ikut merambat bersama rambatan gelombang?

Sebuah gelombang terdiri dari getaran yang bergerak tanpa membawa materi bersamanya. Gelombang membawa energi dari satu tempat ke tempat lain. Gelombang bukanlah suatu materi, energi getaran dari sumber gelombang merambat melalui materi (medium) dengan kecepatan rambat tertentu. Dengan demikian gelombang dapat dipahami sebagai getaran yang merambat melalui sebuah medium. Karena rambatan getaran memerlukan medium, maka hukum-hukum yang menyangkut gerak dan gaya berlaku dalam memahami fenomena gelombang. Karenanya, gelombang yang perambatannya menyertakan pembahasan tentang gaya dikenal dengan gelombang mekanik. Gelombang mekanik meliputi

- Gelombang pada tali
- Gelombang pada permukaan air
- Gelombang akustik
- Gelombang seismik

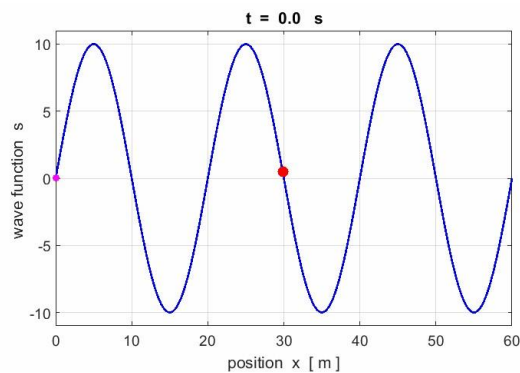
Secara grafis, gelombang dapat dilukiskan seperti gambar 1 berikut.



Gambar 1. Gelombang pada tali

Gelombang yang terdeskripsikan pada gambar 1 memiliki sumber getar berupa gangguan yang beresilasi secara kontinyu. Energi getaran itulah yang dirambatkan melalui medium.

Selama merambat, medium tidak ikut merambat. Medium bergetar sebagaimana sumber getaran. Untuk melihat bagaimana gerak partikel (medium) dalam prambatan gelombang lihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2: Materi yang bergetar dalam gelombang

Selama perambatan getaran (gelombang) merambat, materi (ditandai oleh titik merah) dari medium melakukan gerak harmonik (gerak bolak balik melalui titik setimbangnya ($s=0$)). Jadi medium tidak ikut merambat melainkan hanya bergerak bolak balik di sekitar titik setimbangnya.

Apa saja besaran-besaran penting dalam memahami gelombang?

Besaran-besaran penting dalam mendeskripsikan gelombang seperti pada Gambar 1 di atas adalah:

- 7) Titik-titik tinggi pada gelombang disebut puncak, titik-titik rendah disebut lembah.
- 8) Amplitudo (A) adalah ketinggian maksimum puncak, atau kedalaman maksimum lembah.
- 9) Panjang gelombang (λ) adalah jarak antara titik-titik yang mempunyai fase sama (identik) pada gelombang. Misalnya pada gambar (λ) ditunjukkan sebagai jarak antara dua puncak berurutan
- 10) Frekuensi (f) adalah jumlah puncak atau siklus yang melewati satu titik per satuan waktu.
- 11) Periode (T) adalah waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak sepanjang satu panjang gelombang.
- 12) Kecepatan gelombang (v) adalah jarak yang ditempuh gelombang dalam satu satuan waktu

2. Karakteristik Gelombang

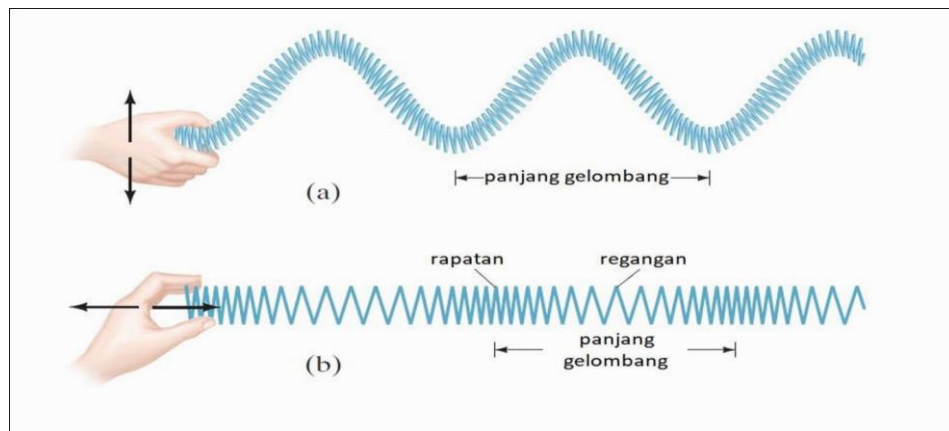
Bila kita melihat gerak gelombang, ada dua gerakan utama yang dapat diamati. Gerak rambatan gelombang dan gerak getaran partikel (medium). Ketika sebuah gelombang merambat sepanjang sebuah tali, katakanlah dari kiri ke kanan, partikel-partikel tali bergetar ke atas dan ke bawah dalam arah transversal (atau tegak lurus) terhadap gerak gelombang, gelombang seperti

ini disebut gelombang transversal. Contoh gelombang transversal adalah: gelombang pada tali, permukaan air, dan gelombang cahaya.

Bentuk gelombang transversal dapat dilihat melalui tali yang diikatkan pada sebuah tiang kemudian digerakkan. Tali tersebut akan membentuk lengkungan yang terdiri atas bukit dan lembah. Bagian gelombang yang melengkung ke atas disebut bukit. Sedangkan bagian gelombang yang melengkung ke bawah disebut lembah.

Pada gelombang transversal, panjang satu gelombang dinyatakan dalam 1 (satu) bukit dan 1 (satu) lembah.

Ada juga jenis gelombang lain dinamakan gelombang longitudinal. Pada jenis gelombang ini getaran partikel pada medium adalah sepanjang arah yang sama dengan gerak gelombang. Gelombang longitudinal yang dibentuk pada slinki yang terentang dengan secara bergantian menekan dan meregang seperti pada Gambar 3. Bagian slinki yang lebih renggang disebut regangan. Sedangkan bagian slinki yang lebih rapat disebut rapatan. Contoh lain gelombang longitudinal adalah bunyi.



Gambar 3: (a) Gelombang Transversal, (b) Gelombang Longitudinal

3. Kecepatan Gelombang

Bagaimana hubungan antar besaran dalam gelombang?

Gelombang yang merambat melalui sebuah medium akan menempuh jarak sepanjang λ dalam waktu satu perioda T . Kecepatan gelombang dalam medium adalah tetap.

Hubungan antara kecepatan v , perioda T dan panjang gelombang λ adalah:

$$v = \lambda / T \quad (1)$$

Karena gelombang merambatkan energi getaran secara terus menerus, maka selama gerakannya akan menempuh jarak lebih dari satu panjang gelombang. Banyaknya panjang gelombang (λ) yang merambat dalam setiap satuan waktu dikenal dengan frekuensi gelombang (f). Dengan demikian kecepatan gelombang dapat dirumuskan sebagai:

$$v = f \lambda \quad (2)$$

Apakah kecepatan rambat gelombang mekanik, seperti gelombang pada tali, gelombang bunyi, merambat dengan kecepatan yang sama? Kecepatan rambatan gelombang dalam sebuah medium dipengaruhi oleh sifat mediumnya. Getaran yang dirambatkan melalui tali yang berbeda akan memiliki kecepatan rambat yang berbeda pula. Gelombang yang merambat pada tali dipengaruhi oleh rapat massa tali (μ) dan tegangan tali (F). Nilai kecepatan gelombang pada tali dirumuskan dengan persamaan:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (3)$$

dengan satuan tegangan tali adalah newton.

Rapat massa tali adalah massa setiap satuan panjang tali yang dinyatakan dalam

$$\mu = \frac{m}{l} \quad (4)$$

dengan m : massa tali l

: panjang tali

Bunyi merupakan gelombang longitudinal yang perambatannya berbentuk rapatan dan renggangan yang dibentuk oleh partikel-partikel perantara bunyi. Bunyi yang merambat melalui medium yang berbeda memiliki cepat rambat bunyi yang berbeda pula. Cepat rambat bunyi bergantung pada suhu dan medium yang dilaluinya.

Dalam zat padat, cepat rambat bunyi bergantung pada kekakuan zat padat. Semakin kaku suatu zat, semakin cepat gelombang bunyi yang melewatinya.

Kecepatan rambat gelombang bunyi yang merambat di udara atau di dalam medium cair dipengaruhi oleh modulus Bulk (B) udara/cairan dan massa jenisnya (ρ) mengikuti

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad (5)$$

Kecepatan rambat gelombang bunyi yang merambat pada benda padat dipengaruhi oleh modulus Elastik (E) benda padat dan massa jenisnya (ρ). $v =$

$$\sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (6)$$

Kecepatan rambat bunyi dalam berbagai medium ditunjukkan dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1 Kecepatan rambat bunyi dalam berbagai medium (1 atm, 20 °C)

Medium	Kecepatan rambat bunyi (m/s)
Udara	340
Helium	1.005
Hidrogen	1.300
Air	1.440
Air laut	1.560
Plastik	2.680
Gelas	4.500
Besi	5.000

Contoh 1. Dawai gitar dengan panjang 1,5 m bermassa 25 g. Ketika dikencangkan memberikan kecepatan bunyi di dawai sebesar 60 m/s. Tentukan tegangan pada dawai!

Jawab: nilai rapat massa dawai yang digunakan adalah

$$\mu = \frac{m}{l} = \frac{0,025 \text{ kg}}{1,5 \text{ m}} = 0,017 \text{ kg/m}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

atau

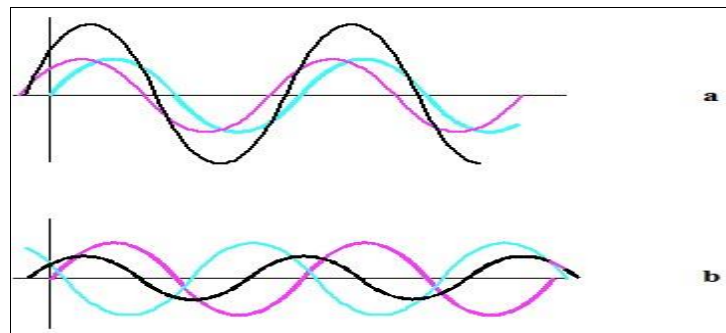
$$F = \mu v^2 = 0,017 \text{ kg/m} \times 3600 \text{ m}^2 / \text{s}^2 = 61,2 \text{ kg m/s}^2 = 60 \text{ N}$$

4. Superposisi Gelombang

Pada pembahasan sebelumnya, kita diajak memahami pengertian gelombang, karakteristik perambatan gelombang, besaran-besaran yang terkait, dan hubungan antara berbagai besaran untuk sebuah gelombang yang merambat dalam suatu medium.

Bagaimana bila ada dua gelombang yang merambat dalam sebuah medium yang sama?

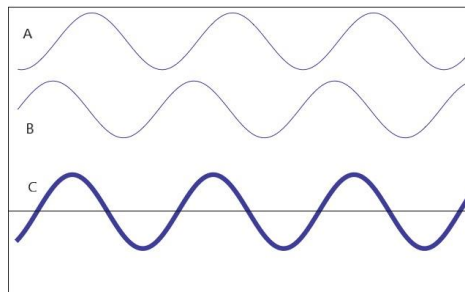
Perhatikan contohnya seperti berikut:



Gambar 4: Superposisi Gelombang (1)

Dalam gambar di atas, kira-kira adakah keterkaitan antara gelombang (dengan warna merah, biru dan hitam)?

Kita akan mencoba untuk mendalaminya. Lihat gambar berikut



Gambar 5: Superposisi Gelombang (2)

Dua gelombang atau lebih yang merambat dalam medium yang sama dapat dijumlahkan menghasilkan gelombang hasil penjumlahannya (resultan). Pada gambar 5 di atas, gelombang C merupakan hasil penjumlahan dari gelombang A dan B. Penjumlahan gelombang dikenal dengan superposisi

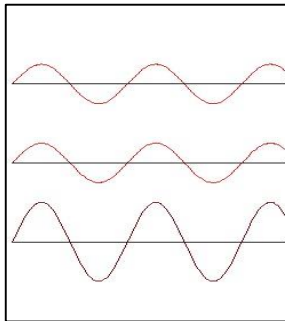
gelombang. Bahwa gelombang dapat dijumlahkan (superposisi) merupakan salah satu sifat gelombang.

Penjumlahan gelombang (superposisi) terjadi ketika dua buah gelombang atau lebih yang menjalar dalam medium yang sama dan pada saat yang sama. Keadaan ini akan menyebabkan simpangan dari partikel dalam medium menjadi hasil penjumlahan dari masing-masing simpangan gelombang.

Prinsip penjumlahan simpangan akibat dua buah gelombang atau lebih yang merambat dalam satu medium yang sama dan pada saat yang sama sering disebut superposisi. Keadaan gelombang hasil superposisi akan sangat bervariasi.

5. Gelombang Stasioner

Coba sekarang perhatikan Gambar 6 berikut:



Gambar 6: Gelombang Stasioner

Dua gelombang diatas terlihat satu menjalar ke arah kiri dan satu lagi menjalar ke arah kanan. Gelombang yang ke tiga merupakan hasil superposisi kedua gelombang tersebut. Perhatikan gelombang yang ketiga, apakah gelombang ini menjalar/merambat seperti dua gelombang lainnya?

Dalam simulasi nampak bahwa gelombang hasil superposisi tidak mengalami penjarangan/perambatan. Gelombang superposisi seperti “diam” saja. Keadaan superposisi gelombang ini dikenal dengan gelombang stasioner dan sering dikenal juga dengan istilah gelombang berdiri. Dalam superposisi dua

gelombang atau lebih dapat menghasilkan sebuah gelombang berdiri (stasioner) yang mungkin simpangannya saling menguatkan atau saling melemahkan bergantung kepada beda fase gelombang-gelombang tersebut.

Apabila beda fase antara gelombang-gelombang yang disuperposisikan adalah $1/2$ maka hasilnya saling melemahkan. Jika panjang gelombang dan amplitudo gelombang-gelombang tersebut sama, maka simpangan hasil superposisi tersebut nol.

Sebaliknya, jika fase gelombang-gelombang yang disuperposisikan itu sama, maka simpangan hasil superposisi itu saling menguatkan. Jika panjang gelombang dan amplitudo gelombang-gelombang itu sama maka simpangan hasil superposisi itu sebuah gelombang berdiri dengan amplitudo dua kali amplitudo kedua gelombang.

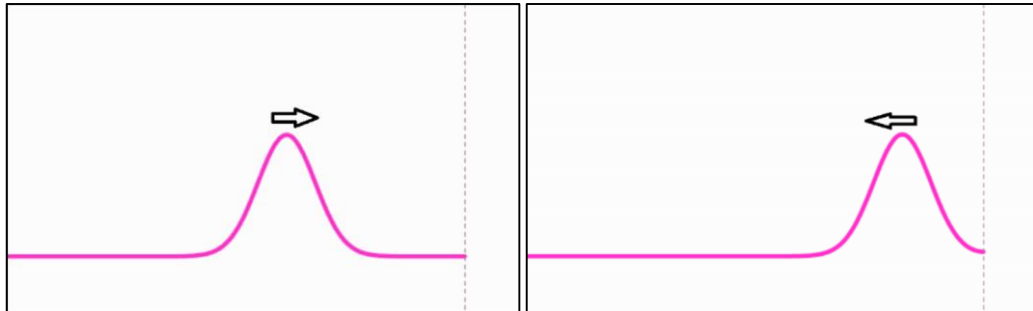
6. Pemantulan Gelombang

Bagaimana bila gelombang pada tali dipantulkan?

Sifat gelombang yang dipantulkan sangat bergantung pada ujung tali. Ujung tali dapat bergerak bebas atau terikat kuat.

Bila ujung tali dapat bergerak bebas dalam ikatannya, maka gelombang tali akan dipantulkan dengan fase yang sama dengan gelombang datangnya.

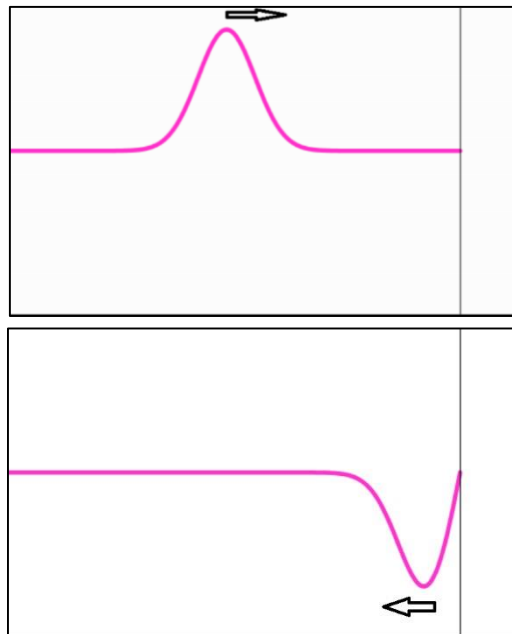
Lihat dalam gambar 7:



Gambar 7: Pemanatulan gelombang pada ujung bebas

Bila ujung tali terikat kuat pada ikatannya, maka gelombang tali akan dipantulkan dengan fase berlawanan dengan fase gelombang datangnya.

Lihat dalam gambar 8



Gambar 8: Pemanatulan gelombang pada ujung terikat
Pemahaman akan sifat gelombang yang dipantulkan pada ujung terikat, membantu memahami bagaimana getaran terus menerus dalam sebuah dawai

(misalnya pada gitar akan menghasilkan gelombang stasioner yang membentuk perut dan simpul, seperti terlihat dalam gambar 9. Gelombang stasioner yang terjadi dapat menghasilkan gelombang stasioner dengan frekuensi yang berbeda.

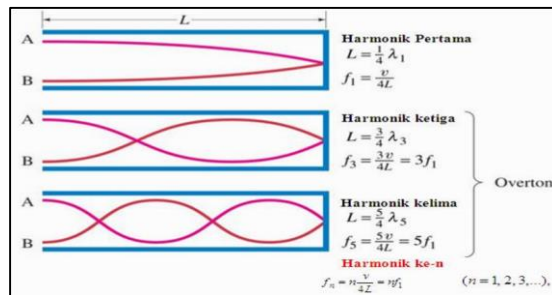


Gambar 9: Gelombang stasioner pada dawai gitar

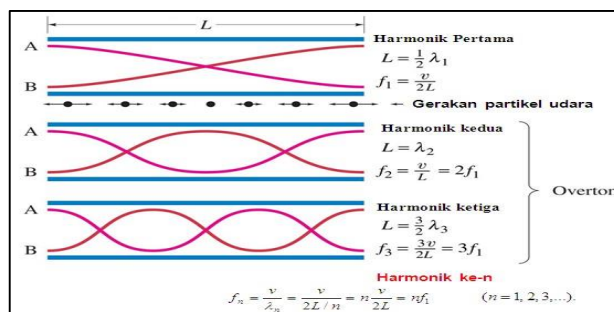
Demikian halnya pemantulan gelombang bunyi pada pipa organa. Bila ujung pipa tertutup, keadaannya seperti pemantulan gelombang tali pada ujung terikat. Contohnya bila kita mengisi botol dengan air dengan ketinggian air yang berbeda, saat botol dipukul bunyi yang akan dihasilkan akan berbeda (memiliki frekuensi berbeda).

Bila ujung pipa terbuka, keadaannya sama dengan pemantulan gelombang tali pada ujung bebas. Bila kita meniup seruling dan menutup lubang yang berbeda, akan dihasilkan bunyi yang berbeda (memiliki frekuensi yang berbeda).

Perpaduan gelombang datang dan pantul akan menghasilkan gelombang stasioner. Peristiwa ini sering disebut resonansi bunyi. Resonansi dapat menghasilkan frekuensi yang berbeda-beda. Lihat dalam gambar 10 dan 11.



Gambar 10: Resonansi pada ujung tertutup



Gambar 11: Resonansi pada ujung terbuka

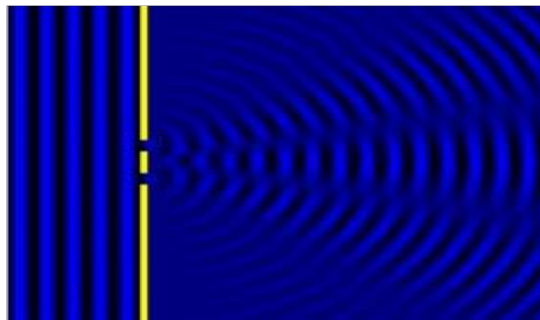
7. Interferensi dan difraksi gelombang

Prinsip superposisi dua gelombang juga dapat terjadi pada gelombang air. Apa yang dihasilkan dari perpaduan (superposisi) dua gelombang tersebut?

Mari kita lihat gambar 12 berikut.

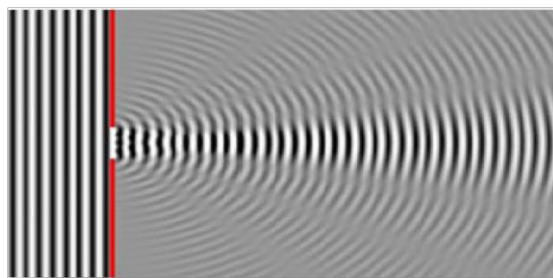
Gelombang air dengan muka gelombang yang datar melewati dua celah sempit. Setelah melewati dua celah, kedua gelombang yang berasal dari setiap celah akan bersuperposisi satu sama lain. Pola gelombang yang terbentuk dapat dilihat pada gambar 12. Nampak bahwa setelah melewati celah terdapat pola terang dan gelap.

Peristiwa ini dikenal dengan interferensi gelombang.



Gambar 12: Interferensi pada gelombang air yang melewati dua celah

Superposisi gelombang air yang lainnya dapat terjadi saat gelombang air melewati celah tunggal. Gelombang air yang melewati celah akan bersuperposisi dan menghasilkan pola gelap terang juga. Peristiwa ini dikenal dengan difraksi gelombang seperti pada gambar 13.



Gambar 13: Difraksi gelombang air yang melewati celah tunggal

8. Fungsi Gelombang Mekanis

Pada bagian awal telah dipaparkan bagaimana pengertian gelombang. Gelombang merambat melalui arah rambatan tertentu dalam setiap waktunya. Pada saat gelombang merambat dalam waktu t , gelombang telah merambat sejauh x , dan pada saat x dan t tertentu gelombang akan memiliki simpangan Y yang tertentu pula. Bagaimana hubungan antar besaran ini dengan besaran gelombang lainnya.

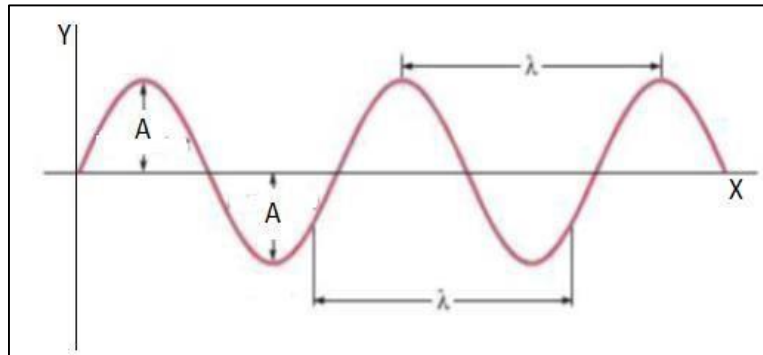
Relasi antar berbagai besaran gelombang yang merambat dapat dinyatakan dalam persamaan gelombang.

Misal pada saat $t=0$, gelombang dengan panjang gelombang λ dan amplitudo A ditunjukkan pada gambar 14, Simpangan Y , tergantung x mengikuti fungsi sinusoidal.

$$Y = A \sin kx \quad (7)$$

dengan k : bilangan gelombang

$$k = 2\pi/\lambda$$



Gambar 14. Gelombang dengan panjang gelombang λ dan amplitudo A

Karena gelombang merambat, maka simpangan di setiap posisi x juga akan tergantung dengan waktu pengamatannya. Jika gelombang menjalar ke kanan dengan kecepatan v , maka simpangan Y pada posisi x dan waktu t adalah

$$Y = A \sin k(x - vt) \quad (9)$$

atau

$$Y = A \sin (kx - \omega t) \quad (10)$$

dengan ω : frekuensi sudut

$$\omega = 2\pi f \quad (11)$$

$kx - \omega t$ disebut sebagai sudut fase

Contoh 2. Dari fungsi gelombang berikut

$$Y = 0,12 \sin (4,5x - 6t)$$

Tentukan kecepatan gelombang, jika simpangan Y dan posisi x dalam meter serta waktu dalam sekon.

Jawab:

Dari persamaan gelombang tersebut dapat kita ketahui nilai

$$k = 4,5 \text{ m}^{-1} \text{ dan } \omega = 6 \text{ s}^{-1} \quad \text{kecepatan}$$

gelombang tersebut

$$v = \lambda f = \frac{2\pi}{k} \times \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\omega}{k}$$

$$v = \frac{\omega}{k} = \frac{6 \text{ s}^{-1}}{4,5 \text{ m}^{-1}} = 1,33 \text{ m/s}$$

a. interferensi

Persamaan (9) menyatakan gelombang yang menjalar ke kanan dengan kecepatan v . Bila ada dua atau lebih gelombang masing-masing mengikuti persamaan (9) berpadu, akan dihasilkan gelombang resultan. Perpaduan semacam ini disebut **interferensi**. Hasil perpaduannya tergantung pada keadaan masing-masing gelombang. Misal kedua gelombang tersebut adalah:

$$Y_1 = A \sin (k x - \omega t) \quad (12)$$

$$Y_2 = A \sin (k x - \omega t + \delta) \quad (13)$$

Dari persamaan (12) dan (13) tampak bahwa kedua gelombang memiliki perbedaan sudut fase sebesar ϕ . Perbedaan ini akan menentukan hasil interferensinya. Bila tidak ada perbedaan, kedua gelombang disebut memiliki fase yang sama atau sefase. Dalam hal ini berarti $\phi = 0$ dan perpaduannya menghasilkan

$$Y = Y_1 + Y_2 = 2 A \sin (k x - \omega t) \quad (14)$$

Hasilnya merupakan gelombang dengan amplitudo yang lebih besar (2 x lebih besar). Perpaduan ini saling menguatkan atau interferensinya *konstruktif*.

Sebaliknya bila kedua gelombang berbeda sudut fase sebesar $\phi = 180^\circ$, maka

$$Y = Y_1 + Y_2 = 0 \quad (15)$$

Perpaduan gelombang ini saling melemahkan disebut interferensi *destruktif*.

Dalam hal gelombang elektromagnetik (cahaya), keadaan ini menjadikan gelap.

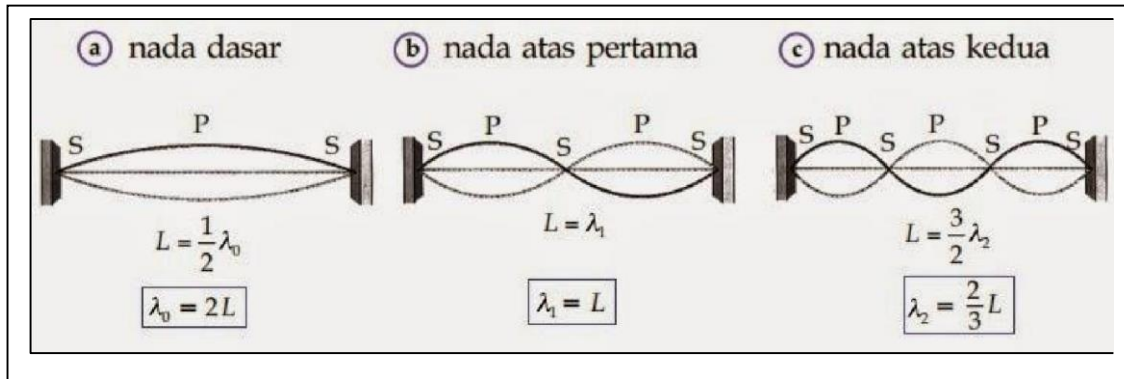
b. gelombang berdiri

Perpaduan seperti di atas dapat diterapkan pada berbagai keadaan. Misalnya pada gitar yang dipetik di tengah akan menghasilkan nada dengan frekuensi terendah yang dikenal dengan frekuensi dasar (nada dasar) atau harmonik pertama.

Gelombang akan dipantulkan oleh kedua ujungnya yang terikat secara terus menerus. Pada frekuensi tertentu hasil perpaduan gelombangnya dapat berupa gelombang berdiri seperti pada gambar 15.

Kedua ujung dawai yang terikat merupakan simpul. Pada keadaan nada dasar, terbentuk setengah panjang gelombang. Selanjutnya pada nada atas pertama panjang dawai membentuk satu gelombang. Nada-nada berikutnya mengikuti kelipatan dari setengah panjang gelombang. Karena itu kita dapat memperoleh hubungan untuk panjang dawai L berlaku

$$L = n \frac{\lambda_{n-1}}{2} \quad n=1, 2, 3 \quad (16)$$



Gambar 15. Gelombang berdiri pada dawai yang kedua ujungnya terikat
 Dari persamaan (16) kita dapat memperoleh nilai frekuensi yang memenuhi terjadinya gelombang berdiri pada **dua ujung terikat** adalah

$$f_{n-1} = \frac{v}{\lambda_{n-1}} = n \frac{v}{2L} \quad (17)$$

Bila hanya salah ujung yang terikat, maka situasinya berbeda. Ujung bebas menjadi perut dan ujung terikat menjadi simpul. Pada keadaan ini nada dasar, panjang dawai merupakan $\frac{1}{4} \lambda$. Dan selanjutnya nada berikutnya terjadi pada $\frac{3}{4} \lambda$ Demikian seterusnya Karena itu pada dawai dengan panjang L dan salah **salah satu ujungnya terikat** berlaku hubungan

$$L = n \frac{\lambda_{n-1}}{4} \quad n=1, 3, 5, \dots \quad (18)$$

dan frekuensinya mengikuti

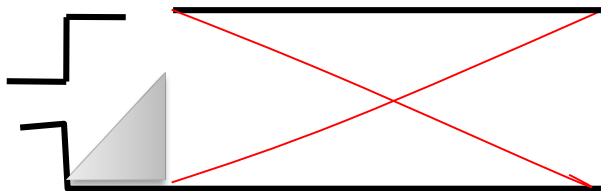
$$f_{n-1} = \frac{v}{\lambda_{n-1}} = n \frac{v}{4L} \quad (19)$$

b.2. Pada pipa organa

Seperti halnya pada dawai, pipa organa mempunyai dua keadaan yaitu pipa organa tertutup dan pipa organa terbuka. Mari kita bahas satu persatu.

Pada **pipa organa terbuka**, frekuensi terendah muncul apabila di sepanjang pipa terjadi gelombang $\frac{1}{2} \lambda$ seperti yang diperlihatkan pada gambar 16. Karena itu hubungan antara panjang pipa dan panjang gelombang adalah

$$L = n \frac{\lambda_{n-1}}{2} \quad n=1, 2, 3 \quad (20)$$



Gambar 16. Gelombang berdiri pada pipa organa terbuka
Frekuensi nada dasarnya adalah

$$f_0 = \frac{v}{2L}$$

Data selebihnya disajikan pada tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Frekuensi pada pipa organa terbuka

Nada Dasar (f_0) Harmonik pertama	$L = (1/2) \lambda_0$	$f_0 = v / 2L$
Nada atas pertama (f_1) Harmonik kedua	$L = \lambda_1$	$f_1 = v / L$
Nada atas kedua (f_2) Harmonik ketiga	$L = (3/2) \lambda_2$	$f_2 = 3v / 2L$

Nada atas pertama (f_3) Harmonik keempat	$L = 2 \lambda_3$	$f_3 = 2 v / L$
---	-------------------	-----------------

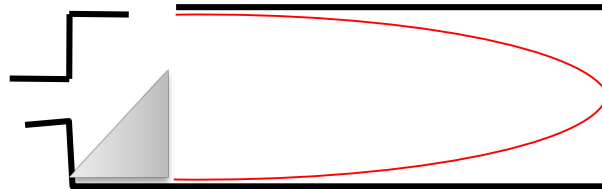
Pada **pipa organa tertutup**, resonansi apabila pada penggetar yang ditiup terjadi perut dan pada ujung pipa terjadi simpul seperti pada gambar 17. Frekuensi terendah muncul apabila di sepanjang pipa terjadi gelombang $\frac{1}{4} \lambda$. Untuk panjang pipa L , berlaku hubungan

$$L = n \frac{\lambda_{n-1}}{4} \quad n=1, 3, 5, \dots \quad (21)$$

Frekuensi nada dasarnya adalah

$$f_0 = \frac{v}{4L}$$

Data selengkapnya dapat dilihat pada tabel 3.



Gambar 16. Gelombang berdiri pada pipa organa tertutup
Tabel 3. Frekuensi pada pipa organa tertutup

Nada Dasar (f_0) Harmonik pertama	$L = (1/4) \lambda_0$	$f_0 = v / 4L$
Harmonik ketiga	$L = (3/4) \lambda_3$	$f_3 = 3v / 4L$
Harmonik kelima	$L = (5/4) \lambda_5$	$f_5 = 5v / 4L$

Harmonik ketujuh	$L = (7/4) \lambda_7$	$f_7 = 7v / 4L$
------------------	-----------------------	-----------------

Contoh 3

Pada percobaan resonansi, sebuah tabung diisi air, menyisakan kolom udara di bagian atas. Garpu tala dengan frekuensi 850 Hz, digetarkan di atas tabung tersebut. Dengan mengatur ketinggian air, akan diperoleh panjang kolom udara yang menyebabkan bunyi terdengar paling keras. Berapa panjang kolom udara terpendek yang menghasilkan bunyi paling keras? Berapa pula selisih panjang kolom udara saat terdengar paling keras yang kedua dan yang ketiga?

Jawab:

Kita memakai kecepatan bunyi di udara dalam tabel 1 sebesar 340 m/s.

Panjang bunyi dari garpu tala tersebut adalah

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340 \text{ m/s}}{720 \text{ Hz}} = 0,4 \text{ m}$$

Tabung resonansi berlaku sama dengan pipa organa tertutup, karena itu nada dasar yang pertama kali terdengar ketika panjang tabung

$$L = \frac{\lambda}{4} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

Perbedaan antara dua panjang kolom udara saat beresonansi adalah $\frac{1}{2} \lambda$. Sehingga beda panjang kolom udara saat terjadi resonansi kedua dan ketiga adalah 20 cm.

9. Gelombang Bunyi

Sebagai gelombang bunyi merupakan salah satu gelombang mekanik. Karakteristik dari gelombang mekanik di depan juga berlaku untuk gelombang bunyi. Bahkan kita sudah menggunakan secara langsung dalam pembahasan gelombang pada gitar dan pipa organa.

Bunyi merupakan gelombang longitudinal. Fenomena bunyi berhubungan dengan indera pendengaran kita, yaitu telinga kita dan otak kita. Secara umum kita dapat mendengar bunyi pada rentang frekuensi antara 20 Hz sampai 20 kHz. Berdasarkan frekuensinya (f), bunyi dibedakan menjadi menjadi

- a. Bunyi infrasonik: $f < 20$ Hz.
- b. Bunyi audiosonik: $20 \text{ Hz} \leq f \leq 20.000$ Hz.
- c. Bunyi ultrasonik: $f > 20.000$ Hz

Tinggi nada bunyi tergantung pada frekuensi gelombang bunyi. Sedangkan keras lemahnya bunyi ditentukan oleh amplitudonya. Seperti yang sudah kita bahas di depan, pada alat musik seperti gitar dan pipa organa selain nada dasar juga ada nada atas. Keberadaan nada-nada atas yang menyertai nada dasar akan memberikan warna bunyi yang khas. Meskipun ketika seruling dan gitar dimainkan pada nada dasar yang sama, kita tetap bisa membedakan suara seruling dari gitar. Kita bisa membedakan suara seruling dari gitar karena warna bunyinya berbeda.

Salah satu gejala yang terkait dengan bunyi adalah perubahan frekuensi yang diterima karena gerak sumber atau penerima bunyinya.

Gejala ini dikenal sebagai efek Doppler yang ditunjukkan pada gambar 17.



Gambar 17. Efek Doppler

Bila sumber bunyi dan pendengar bergerak mendekati, maka frekuensi yang didengar lebih tinggi dari frekuensi asalnya.

Bila sumber bunyi dan pendengar bergerak menjauh, maka frekuensi yang didengar lebih rendah dari frekuensi asalnya.

Dari kejadian tersebut frekuensi yang didengarkan f_p mengikuti persamaan

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} f_s \quad (22)$$

dengan v : kecepatan bunyi di udara v_p :

kecepatan gerak pendengar v_s : kecepatan gerakan sumber bunyi f_p : frekuensi yang masuk telinga pendengar f_s : frekuensi sumber bunyi

Tanda plus dan minus pada persamaan (22) mengikuti ketentuan sebagai berikut (P: pendengar dan S: sumber)

untuk P mendekati S gunakan $+v_p$

untuk P menjauhi S gunakan $-v_p$ untuk

S mendekati P gunakan $-v_s$ untuk S

menjauhi P gunakan $+v_s$

E. RANGKUMAN MATERI

- a. Gelombang mekanik merupakan getaran yang merambat melalui medium, meliputi gelombang transversal dan gelombang longitudinal.
- b. Gelombang mekanik dapat dipantulkan.
- c. Gelombang mekanik dapat bersuperposisi yang merupakan penjumlahan gelombang
- d. Hasil superposisi gelombang dapat berupa gelombang stasioner yang membentuk perut dan simpul.
- e. Kecepatan gelombang tergantung pada keadaan mediumnya.
- f. Kecepatan gelombang v dapat dinyatakan dalam panjang gelombang λ dan frekuensinya f mengikuti persamaan:

$$v = \lambda f$$

- g. Pada gelombang yang merambat ke kanan dengan kecepatan v , menyebabkan simpangan pada posisi x dan saat t sebesar

$$Y = A \sin (k x - k v t) \text{ atau}$$

$$Y_1 = A \sin (k x - \omega t)$$

dengan k : bilangan gelombang

ω : frekuensi sudut

- h. Bunyi merupakan gelombang mekanik longitudinal.

F. DAFTAR PUSTAKA

1. Giancoli, D. C. 2005. *Physics: principles with applications*. Pearson/Prentice Hall.
2. Tipler, Paul A., 2001, *Fisika Untuk Sains dan Teknik (2)*, terjemahan edisi ke 3, Jakarta: Erlangga
3. Hirose, Akira, Lonngren, Karl, E., 1985, *Introduction to Wave Phenomena*, New York: John Wiley & Sons

Lampiran 2. Instrumen Evaluasi

KISI KISI INSTRUMEN EVALUASI

No Urut	KD	Materi	Indikator soal	No Soal
1	Mendeskripsikan gejala dan ciri-ciri gelombang secara umum	Gelombang Mekanik	Membedakan gelombang longitudinal dan gelombang transversal	1
2	Mendeskripsikan gejala dan ciri-ciri gelombang secara umum		Mengidentifikasi karakteristik gelombang transversal dan longitudinal <ul style="list-style-type: none"> • Siswa mampu menentukan besarnya cepat rambat gelombang bunyi dengan benar 	2
3	Mendeskripsikan gejala dan ciri-ciri gelombang secara umum		Mengidentifikasi karakteristik gelombang mekanik dan elektromagnetik <ul style="list-style-type: none"> • Siswa mampu menentukan waktu yang ditempuh gelombang air pada jarak tertentu dengan benar 	3
4	Mendeskripsikan gejala dan ciri-ciri gelombang secara umum		Menerapkan hubungan antara kelajuan, periode, dan panjang gelombang	4
5	Mendeskripsikan gejala dan ciri-ciri gelombang secara umum		Menerapkan peristiwa pemantulan gelombang	5
6	Mendeskripsikan gejala dan ciri-ciri gelombang secara umum		Mengidentifikasi persamaan gelombang berjalan dan gelombang stasioner <ul style="list-style-type: none"> • Siswa mampu menganalisis gelombang stasioner untuk menentukan letak perut ke $-n$ dari titik pantulan dengan benar 	6
7	Mendeskripsikan gejala dan ciri-ciri gelombang secara umum		Menjelaskan terjadinya peristiwa interferensi gelombang	7

8	Mendeskripsikan gejala dan ciri-ciri gelombang secara umum		Menerapkan prinsip superposisi gelombang	8
---	--	--	--	---

Soal dan Penyelesaian

1. Apa perbedaan utama gelombang transversal dan gelombang longitudinal?
Jelaskan!

Penyelesaian :

Gelombang transversal: Gelombang yang arah getarannya tegak lurus dengan arah perambatannya;

Gelombang longitudinal: gelombang yang arah getarannya sejajar dengan arah perambatannya

2. Jika frekwensi gelombang bunyi 60 Hz dan panjang gelombangnya 0,5 meter, berapakah cepat rambat gelombang bunyi tersebut ?

Penyelesaian:

$$f = 60 \text{ Hz}$$

$$\lambda = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Dit: } v = \dots ?$$

$$v = \lambda \cdot f$$

$$v = 0,5 \cdot 60$$

$$v = 30 \text{ m/s}$$

3. Gelombang air laut menyebabkan permukaan air naik turun dengan periode 2 detik. Jika jarak antara dua puncak gelombang 5 meter maka gelombang akan mencapai jarak 10 meter dalam waktu t. Berapakah t ?

Penyelesaian:

$$x_1 = 5 \text{ m}$$

$$T_1 = 2 \text{ s}$$

$$x_2 = 10 \text{ m}$$

$$T_2 = \dots$$

$$T_2 / T_1 = x_2 / x_1$$

$$T_2 / 2 = 10 / 5$$

$$T_2 = 4 \text{ s}$$

4. Sebuah gelombang berjalan dengan kelajuan 2,0 m/s pada suatu medium. Jika sumber gelombang memiliki periode 5,0 sekon, berapakah panjang gelombang tersebut?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\lambda &= vT \\ &= (2,0 \text{ m/s}).(5,0 \text{ s}) \\ &= 10 \text{ m}\end{aligned}$$

5. Sebuah kapal ikan menembakkan sonar ke sekelompok besar ikan sedemikian sehingga gema pantulannya diterima kembali setelah 4 detik. Dari posisinya saat itu, berapakah jarak kapal terhadap kelompok ikan tersebut? Diketahui cepat rambat bunyi di air laut saat itu adalah 1500 m/s.

Penyelesaian :

Jika jarak kapal dengan kelompok ikan dinyatakan dengan d dan jarak yang ditempuh sonar bolak-alik dari kapal ke ikan, kembali lagi ke kapal dinyatakan dengan x , maka:

$$x = 2d = vt.$$

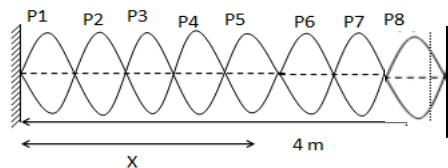
Jadi jarak kapal terhadap kelompok ikan dapat dinyatakan dengan:

$$\begin{aligned}d &= (vt)/2 \\ &= (1500 \text{ m/s}).(4 \text{ s})/2 \\ &= 3000 \text{ m}\end{aligned}$$

6. Seutas tali yang panjangnya 4 m kedua ujungnya diikat erat-erat. Kemudian pada tali ditimbulkan gelombang sehingga terbentuk 8 buah perut, maka letak perut kelima dari ujung terjauh adalah

Penyelesaian:

Perhatikan gambar berikut ini



Panjang gelombang:

$$4 = 4 \text{ gelombang, maka } \lambda = 4/4 = 1 \text{ m}$$

$$X = 2,25 \text{ gelombang}$$

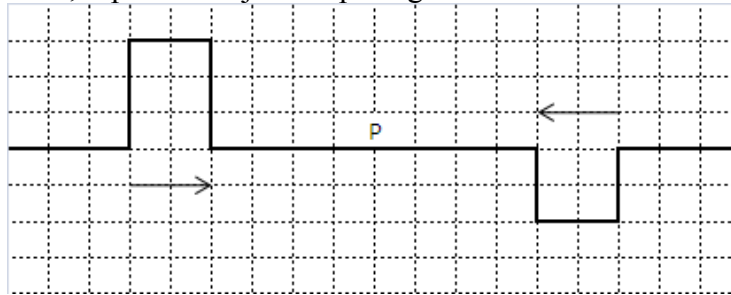
$$X = 2,25 \times 1 = 2,25 \text{ m}$$

7. Jelaskan terjadinya peristiwa interferensi gelombang

Penyelesaian :

Interferensi gelombang adalah peristiwa bertemunya dua buah gelombang dalam satu medium. Penggabungan kedua gelombang ini (atau lebih dari dua) memenuhi prinsip superposisi gelombang. Simpangan pada masing-masing individu gelombang dijumlahkan secara aritmatik sederhana.

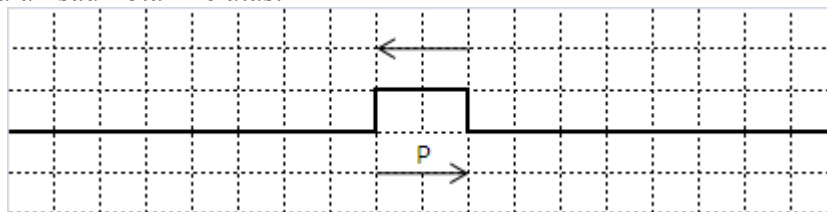
8. Dua buah pulsa gelombang berjalan saling mendekati pada satu medium yang sama, seperti ditunjukkan pada gambar.



Pada saat keduanya bertemu di titik P, gambarkan hasil perpaduan keduanya!

Penyelesaian:

Penjumlahan masing-masing simpangan gelombang penyusunnya dijumlahkan secara aritmatik sederhana. Pulsa ke kanan memiliki simpangan 3 kotak ke atas, sedangkan pulsa ke kiri memiliki simpangan 2 kotak ke bawah. Hasilnya, adalah satu kotak ke atas.



INSTRUMEN EVALUASI PRETEST/POSTTEST

Kelas/Semester	: XI/II
Mata Pelajaran	: Fisika
Materi Pokok	: Gelombang
Sub Materi	: Gelombang mekanik
Alokasi Waktu	: 60 menit (8 soal)

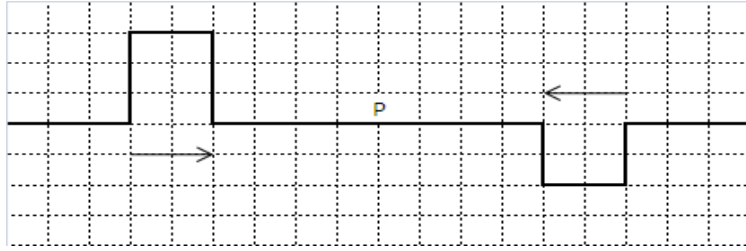
Petunjuk Pengerjaan:

- 1) Berdoalah sebelum memulai ujian.
- 2) Ujian terdiri dari 8 butir soal berbentuk essay.
- 3) Soal-soal dikerjakan dengan padat, jelas dan tepat.
- 4) Tulis jawaban dengan tulisan yang rapi dan mudah dibaca.

Masing-masing soal mempunyai bobot penilaian sebesar 4 poin.

Jawablah pertanyaan berikut dengan jelas dan tepat

9. Apa perbedaan utama gelombang transversal dan gelombang longitudinal?
Jelaskan!
10. Jika frekwensi gelombang bunyi 60 Hz dan panjang gelombangnya 0,5 meter, berapakah cepat rambat gelombang bunyi tersebut ?
11. Gelombang air laut menyebabkan permukaan air naik turun dengan periode 2 detik. Jika jarak antara dua puncak gelombang 5 meter maka gelombang akan mencapai jarak 10 meter dalam waktu t . Berapakah t ?
12. Sebuah gelombang berjalan dengan kelajuan 2,0 m/s pada suatu medium. Jika sumber gelombang memiliki periode 5,0 sekon, berapakah panjang gelombang tersebut?
13. Sebuah kapal ikan menembakkan sonar ke sekelompok besar ikan sedemikian sehingga gema pantulannya diterima kembali setelah 4 detik. Dari posisinya saat itu, berapakah jarak kapal terhadap kelompok ikan tersebut? Diketahui cepat rambat bunyi di air laut saat itu adalah 1500 m/s.
14. Seutas tali yang panjangnya 4 m kedua ujungnya diikat erat-erat. Kemudian pada tali ditimbulkan gelombang sehingga terbentuk 8 buah perut, maka letak perut kelima dari ujung terjauh adalah
15. Jelaskan terjadinya peristiwa interferensi gelombang
16. Dua buah pulsa gelombang berjalan saling mendekati pada satu medium yang sama, seperti ditunjukkan pada gambar.



Pada saat keduanya bertemu di titik P, gambarkan hasil perpaduan keduanya!

Lampiran 3. LKS

LEMBAR KERJA SISWA NOMOR 01

Materi/waktu : gelombang/80 menit

I. FENOMENA/MASALAH

Dalam sehari-hari, Anda sering mendengar istilah gelombang, apakah materi-materi dalam medium ikut merambat bersama gelombang? Bagaimanakah arah rambat gelombang terhadap arah getarnya? Misalnya, di pantai Anda bisa melihat ombak. Ombak tersebut terlihat bergelombang dari tengah menuju pantai.

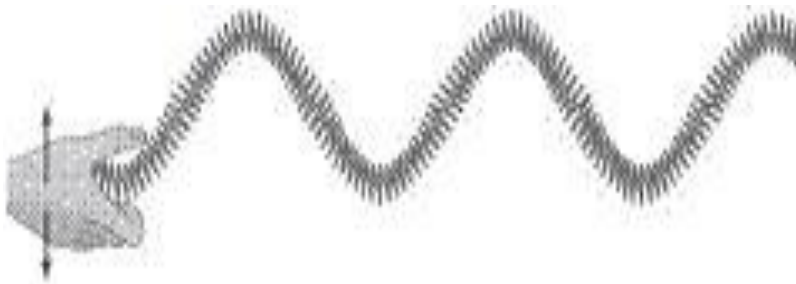
Apakah di pantai sering banjir karena gelombang air laut terlihat mengalir ke arah pantai? Apakah air tersebut berpindah bersama “*gelombang air*”? Untuk menunjukkan arah rambatan gelombang dan apakah materi dalam medium ikut merambat bersama gelombang, marilah kita ikuti percobaannya pada slinki?

II. Tujuan

- 1) Mengamati gelombang transversal dengan menggunakan slinki
- 2) Menunjukkan materi-materi dalam medium apakah ikut merambat bersama gelombang?

III. Alat dan bahan

Slinki (alat penunjuk gelombang yang terbuat dari pegas spiral).



Slinki yang digerakkan ke samping atau tegak lurus dengan arah panjangnya.

IV. Langkah Percobaan

- (1) Siapkan alat dan bahan.
- (2) Letakkan slinki di atas lantai dan mintalah temanmu untuk memegang salah satu ujung slinki.
- (3) Berilah getaran pada slinki beberapa kali ke arah samping.

(4) Amati arah rambat gelombangnya.

V. Pertanyaan

1. Ke arah manakah Anda memberikan getaran pada slinki?

.....

.....

.....

2. Ke manakah arah rambat gelombang?

.....

.....

.....

3. Apakah arah getar dengan arah rambat gelombang tegak lurus?

.....

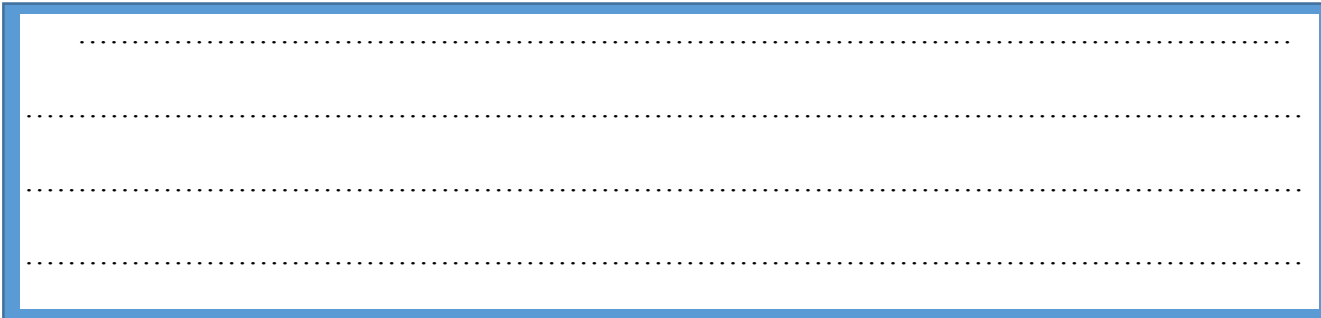
.....

.....

VI. Tugas mandiri

Siapkan seutas sepanjang kira-kira 3m. Ikat kuat salah satu ujung tali pada gagang pintu rumah. Dengan menggunakan lem yang kuat, tempelkan dua sobekan kertas

pada tali dengan jarak sekitar 1 m. Sekarang getarkan harmonik ujung tali yang satu lagi naik turun terus-menerus sehingga getaran berupa bukit lembah merambat melalui tali. Perhatikan posisi sobekan kertas yang menempel pada tali. Apakah sobekan ikut merambat ke kanan bersama dengan gelombang? Jika posisi sobekan kertas pada tali menyatakan posisi medium tertentu, nyatakanlah kesimpulan Anda. Apakah materi-materi dalam medium ikut merambat bersama gelombang? Kembangkan penalaran Anda untuk kasus gelombang air laut seperti dikemukakan pada bagian fenomena di atas.



LEMBAR KERJA SISWA NOMOR 02

Materi/waktu : gelombang/80 menit

I. FENOMENA/MASALAH

Dalam sehari-hari, Anda sering mendengar istilah gelombang, bagaimanakah arah rambat gelombang terhadap arah getarnya? Pada kegiatan nomor 01, telah ditunjukkan percobaan tentang gelombang transversal. Gelombang transversal merupakan gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambatan. Bagaimanakah arah getar pada gelombang longitudinal?

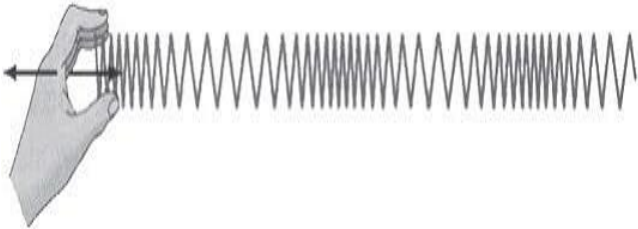
Pada percobaan ini akan ditunjukkan arah rambatan gelombang longitudinal pada slinki.

II. Tujuan

Mengamati gelombang longitudinal dengan menggunakan slinki

III. Alat dan bahan

Slinki (alat penunjuk gelombang yang terbuat dari pegas spiral).



Slinki digerakkan searah dengan panjangnya

IV. Cara kerja

1. Sediakan slinki yang sama dengan percobaan sebelumnya.
2. Letakkan slinki di atas lantai yang licin dan minta temanmu memegang salah satu ujungnya.
3. Getarkan slinki searah panjang slinki dengan cara memberikan dorongan pada slinki.
4. Amati gelombang yang terjadi pada slinki.

V. Pertanyaan

1. Pada saat Anda mendorong slinki searah panjangnya, ke arah manakah getaran slinki?

.....

.....

.....

2. Ke manakah arah rambat gelombangnya? Apakah arah rambat gelombang tersebut searah dengan arah getarnya? Mengapa?

.....

.....

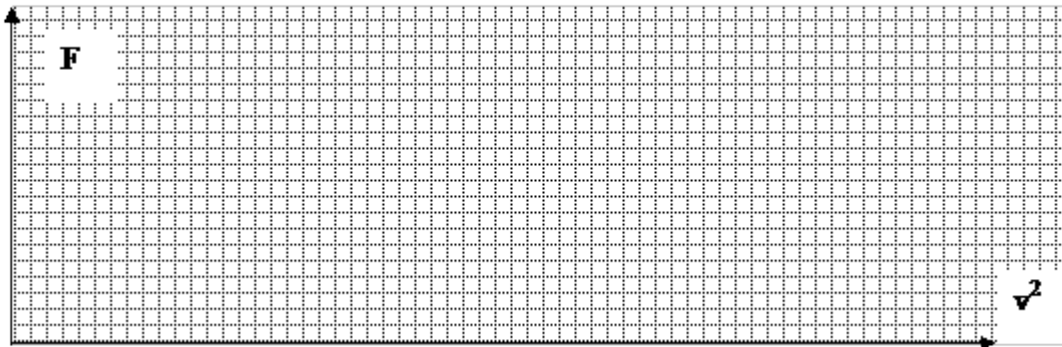
.....

Data Hasil Percobaan

Data hasil percobaan untuk mendapatkan hubungan antara cepat rambat gelombang dengan tegangan tali.

No	Massa Beban (Kg) m	Tegangan Tali (N) F	Jarak Simpul ke Simpul (m) x	Panjang Gelombang (m) λ	Frekuensi (Hz) f	Cepat Rambat (m/s) v	v²
1							
2							
3							
4							
5							

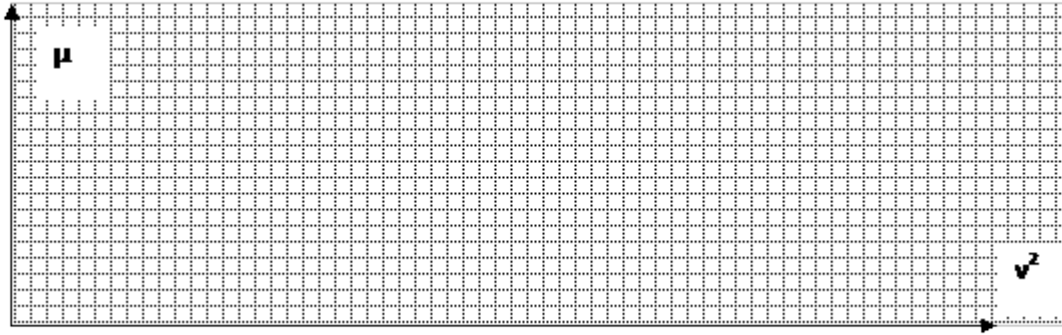
Buatlah grafik hubungan antara tegangan tali (F) dengan kuadrat kecepatan (v²)



Data hasil percobaan untuk mencari hubungan antara jenis tali dengan cepat rambat gelombang.

No	Massa Tali (Kg) m	Panjang Tali (m) L	$\mu = \frac{m}{L}$	Jarak Simpul ke Simpul (m) x	Panjang Gelombang (m) λ	Frekuensi (Hz) f	Cepat Rambat (m/s) v	v²
1								
2								
3								
4								
5								

Buatlah grafik hubungan antara μ dengan kuadrat kecepatan (v²)



Pertanyaan

1) Pada gelombang stationer terdapat titik-titik dengan amplitudo maksimum disebut

.....
.....
.....

2) Pada gelombang stationer terdapat titik-titik dengan amplitudo minimum disebut

.....
.....
.....

3) Apa yang dapat Anda simpulkan dari percobaan ini?

.....
.....
.....

4) Jika tali digerakkan dengan frekuensi 8 Hz dan kecepatan perambatan gelombang pada tali 2 m/s, tentukan tempat terbentuknya simpul dan perut dari ujung pemantulan.

.....
.....
.....

5) Seutas dawai panjangnya 2 meter dan massanya 20 gram. Perambatan gelombang transversal yang dihasilkannya memiliki kecepatan 50 m/s. Hitung tegangan dawai.



Lampiran 3. RPP

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

(RPP)

Sekolah : SMA N 2 Salatiga
Kelas / Semester : XI (sebelas) / Semester II
Mata Pelajaran : FISIKA

Standar Kompetensi

Menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang dalam menyelesaikan masalah.

KOMPETENSI INTI

5. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
6. Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan pro-aktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan social dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
7. Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan procedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
8. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

Kompetensi Dasar

- 1.1 Mendeskripsikan gejala dan ciri-ciri gelombang secara umum.

Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Mengidentifikasi karakteristik gelombang transversal dan gelombang longitudinal.
2. Mengidentifikasi karakteristik gelombang mekanik.
3. Menyelidiki sifat-sifat gelombang (pantulan, pembiasan, superposisi, interferensi, difraksi, polarisasi dan dispersi) serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.
4. Mengidentifikasi persamaan gelombang berjalan dan gelombang stasioner.

A. Tujuan Pembelajaran

Peserta didik dapat:

1. Menjelaskan definisi gelombang dan besaran-besaran gelombang.
2. Menjelaskan perbedaan gelombang transversal dan gelombang longitudinal.
3. Memberikan contoh sumber-sumber gelombang.
4. Menjelaskan pengaruh sifat medium terhadap kecepatan gelombang.
5. Menghitung besaran-besaran gelombang dengan menggunakan persamaan gelombang.
6. Menganalisis prinsip Huygens untuk memahami konsep muka gelombang.
7. Menganalisis konsep pantulan dan pembiasan melalui hukum Snellius.
8. Menganalisis fenomena superposisi dua gelombang atau lebih.
9. Memberikan contoh aplikasi penerapan gelombang pada dawai.
10. Menjelaskan fenomena interferensi, difraksi, polarisasi, dan dispersi pada gelombang.
11. Mengidentifikasi persamaan gelombang berjalan dan gelombang stasioner.

B. Materi Pembelajaran

Gejala dan Ciri-ciri Gelombang

C. Metode Pembelajaran

- Model : Inquiry based learning
- Metode :

- Diskusi kelompok
- Observasi
- Eksperimen

D. Langkah-langkah Pembelajaran

PERTEMUAN PERTAMA

TAHAPAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	WAKTU
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> - Motivasi dan Apersepsi: <ul style="list-style-type: none"> ● Apakah yang dimaksud gelombang? ● Bagaimana arah rambat gelombang terhadap arah getarnya? - Prasyarat pengetahuan: <ul style="list-style-type: none"> ● Apakah ciri-ciri gelombang transversal? ● Bagaimana menentukan persamaan gelombang? 	10 menit
Inti	<p>Guru membimbing peserta didik dalam pembentukan kelompok,</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik (dibimbing oleh guru) mendiskusikan pengertian gelombang. Perwakilan peserta didik diminta untuk menyebutkan contoh gelombang dalam kehidupan sehari-hari. - Peserta didik mendiskusikan dengan kelompoknya mengenai perbedaan gelombang transversal dan gelombang longitudinal. - Setiap kelompok diberikan satu buah slinki untuk melakukan percobaan, agar slinki digerakkan secara menyamping. - Guru menanggapi hasil diskusi kelompok peserta didik dan memberikan informasi yang sebenarnya. 	50 menit

	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik memperhatikan penjelasan mengenai pengertian besaran-besaran gelombang yang disampaikan oleh guru. - Peserta didik memperhatikan penjelasan guru mengenai perumusan untuk mendapatkan persamaan gelombang. - Guru memberikan contoh soal menentukan persamaan simpangan gelombang. - Guru memberikan beberapa soal menentukan persamaan simpangan gelombang untuk dikerjakan oleh peserta didik. 	
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan penghargaan kepada kelompok yang memiliki kinerja dan kerjasama yang baik. - Peserta didik (dibimbing oleh guru) berdiskusi untuk membuat rangkuman. - Guru memberikan tugas rumah berupa tugas mandiri yang tercantum dalam LKS. 	20 menit

PERTEMUAN KEDUA

TAHAPAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	WAKTU
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> - Prasyarat pengetahuan: <ul style="list-style-type: none"> ● Apakah ciri-ciri gelombang longitudinal? ● Bagaimana menentukan persamaan gelombang? 	10 menit
Inti	<p>Guru membimbing peserta didik dalam pembentukan kelompok,</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik mendiskusikan dengan kelompoknya mengenai perbedaan gelombang transversal dan 	50 menit

	<p>gelombang longitudinal.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Setiap kelompok diberikan satu buah slinki untuk melakukan percobaan, agar slinki digerakkan secara lurus. - Guru menanggapi hasil diskusi kelompok peserta didik dan memberikan informasi yang sebenarnya. - Peserta didik memperhatikan penjelasan mengenai pengertian besaran-besaran gelombang yang disampaikan oleh guru. - Guru memberikan contoh soal menentukan persamaan simpangan gelombang. - Guru memberikan beberapa soal menentukan persamaan simpangan gelombang untuk dikerjakan oleh peserta didik. 	
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan penghargaan kepada kelompok yang memiliki kinerja dan kerjasama yang baik. - Peserta didik (dibimbing oleh guru) berdiskusi untuk membuat rangkuman. - Guru memberikan tugas rumah berupa tugas mandiri yang tercantum dalam LKS. 	20 menit

PERTEMUAN KETIGA

TAHAPAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	WAKTU
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik memberikan salam dan berdoa sebelum memulai pelajaran. - Peserta didik mendengarkan tujuan pembelajaran yang disampaikan oleh guru - Peserta didik mendengarkan motivasi mengenai kejadian-kejadian yang berhubungan dengan 	5 menit

	persamaan gelombang berjalan dan juga gelombang tegak.	
Kegiatan Inti	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik mengamati gelombang berjalan dan gelombang tegak melalui demonstrasi - Peserta didik mengidentifikasi besaran fisis gelombang berjalan dan gelombang tegak dalam kehidupan sehari-hari - Peserta didik mengidentifikasi komponen-komponen gelombang dan jenis-jenis gelombang. - Peserta didik mendiskusikan tentang gelombang berjalan dan gelombang tegak. - Peserta didik membentuk kelompok, dengan jumlah anggota tiap kelompok yaitu 6-7 anak - Peserta didik merangkai alat percobaan yang berkaitan dengan konsep gelombang berjalan dan gelombang tegak. - Peserta didik menemukan konsep gelombang berjalan dan gelombang tegak. - Peserta didik mengumpulkan data percobaan dari hasil eksperimen. - Peserta didik menghitung cepat rambat gelombang pada percobaan. - Peserta didik mendiskusikan konsep gelombang berjalan dan gelombang tegak. - Peserta didik melakukan diskusi membandingkan prediksi dengan hasil pengukuran dan data yang diperoleh. - Peserta didik menyusun laporan percobaannya. - Peserta didik melakukan tanya jawab mengenai konsep persamaan gelombang berjalan dan 	65 menit

	<p>gelombang tegak.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik mempresentasikan hasil diskusinya. - Peserta didik diberikan penguatan konsep oleh guru. 	
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik menyimpulkan konsep dasar persamaan gelombang berjalan dan gelombang tegak. - Peserta didik memecahkan beberapa permasalahan terkait dengan materi persamaan gelombang berjalan dan gelombang tegak melalui soal-soal yang diberikan. - Peserta didik diberikan penghargaan (reward) karena melakukan kegiatan pembelajaran dengan aktif dan antusias. 	10 menit

E. Sumber Belajar

Bahan ajar Inquiry based learning berorientasi NGSS
 Giancoli, Douglas C. 2005. Fisika jilid 1 (terjemahan). Jakarta: Erlangga
 Kanginan, Marthen. 2012. Fisika SMA kelas 12. Jakarta: Erlangga

F. Media Pembelajaran

- LKS inquiry based learning berorientasi NGSS
- Alat dan bahan yang digunakan untuk eksperimen

Guru Mata Pelajaran Fisika

Salatiga,
 Mahasiswa

Sugiyanto, S.Pd

Arдын Permana Putra

Lampiran 4. Tabulasi data validasi produk

1. Data Validasi untuk RPP

No	Kriteria	Indikator	Validator					
			1	2	3	4	5	6
1	Perumusan tujuan pembelajaran	Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan KD dalam kurikulum	4	4	4	4	4	4
		Kelengkapan muatan SK, KD, dalam kurikulum	4	4	4	3	4	4
		Kelengkapan DCIs, SEPs, dan CCs berdasarkan NGSS	3	3	4	3	3	3
		Kesesuaian PEs dengan DCIs, SEPs dan CCs berdasarkan NGSS	3	3	4	4	3	4
		Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan Performance Expectation NGSS	3	3	4	4	3	4
		Kesesuaian materi dengan PEs berdasarkan NGSS	4	3	4	4	4	3
Rerata			3.50	3.33	4.00	3.67	3.50	3.67
Kategori			Sangat Berguna	Dapat Berguna	Sangat Berguna	Sangat Berguna	Sangat Berguna	Sangat Berguna
2	Pengorganisasian langkah pembelajaran	Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran	4	4	4	3	4	3
		Kesesuaian dengan yang diharapkan dalam NGSS	3	3	3	3	3	3
		Kesesuaian dengan Inquiry based learning	4	4	4	3	4	4
Rerata			3.70	3.47	3.80	3.33	3.70	3.33
Kategori			Sangat Berguna	Sangat Berguna	Sangat Berguna	Dapat Berguna	Sangat Berguna	Dapat Berguna
3	Pemilihan sumber belajar/media pembelajaran	Kesesuaian sumber belajar/media pembelajaran dengan tujuan pembelajaran	4	4	4	3	4	3
		Kesesuaian sumber belajar/media pembelajaran dengan materi pembelajaran	4	3	4	4	3	3
		Petunjuk dalam LKS membantu siswa dalam melakukan SEPs	4	3	4	4	3	4
		Kesesuaian LKS dengan kemampuan (SEPs) Asking questions and defining problem	3	3	4	3	3	4
		Kesesuaian LKS dengan kemampuan (SEPs) engaging in argument from evidence	3	3	4	3	3	4
Rerata			3.60	3.20	4.00	3.40	3.20	3.60
Kategori			Sangat Berguna	Dapat Berguna	Sangat Berguna	Dapat Berguna	Dapat Berguna	Sangat Berguna
4	Metode pembelajaran	Kesesuaian strategi dan metode pembelajaran dengan tujuan pembelajaran dan Pes NGSS	4	4	4	4	4	4
		Kesesuaian strategi dan metode pembelajaran dengan materi pembelajaran	4	3	3	3	3	3
		Kesesuaian alokasi waktu dengan tujuan pembelajaran	3	3	3	3	3	3
Rerata			3.52	3.24	3.60	3.28	3.24	3.52
Kategori			Sangat Berguna	Dapat Berguna	Sangat Berguna	Dapat Berguna	Dapat Berguna	Sangat Berguna
5	Penilaian hasil belajar	Kesesuaian teknik penilaian dengan SEPs NGSS	4	4	4	4	4	4
		Kejelasan prosedur penilaian	4	4	4	4	4	4
		Kelengkapan instrument (soal, kunci jawaban/pedoman penskoran)	4	4	4	4	4	4
Rerata			3.70	3.65	3.72	3.66	3.65	3.70
Kategori			Sangat Berguna	Sangat Berguna	Sangat Berguna	Sangat Berguna	Sangat Berguna	Sangat Berguna
Penilaian Umum			LD	LD	LD	LD	LD	LD
Rekomendasi untuk panduan model secara keseluruhan:								
LD	Layak Digunakan							
LDP	Layak Digunakan dengan Perbaikan							
TLD	Tidak Layak Digunakan							

Lampiran 5. Data validasi untuk bahan ajar

Data Validasi Untuk Bahan Ajar								
No	Kriteria	Indikator	Validator					
			1	2	3	4	5	6
1	Komponen Materi	Kesesuaian materi dengan kompetensi dasar	4	3	3	3	4	3
		Kebenaran konsep	3	3	3	4	4	3
		Kesesuaian contoh dengan kehidupan sehari – hari	3	3	3	4	4	3
		Koherensi dan keruntutan alur pikir	3	3	3	4	4	3
		Kesesuaian contoh yang digunakan dengan materi	3	3	3	4	3	4
		Materi disusun untuk siswa kelas XII SMA	4	4	4	3	4	3
Rerata			3.33	3.17	3.17	3.67	3.83	3.17
Kategori			Dapat Berguna	Dapat Berguna	Dapat Berguna	Sangat Berguna	Sangat Berguna	Dapat Berguna
2	Kelayakan Bahasa	Ketepatan struktur kalimat	4	3	3	3	4	3
		Keefektifan kalimat	4	3	3	4	4	3
		Kebakuan istilah	4	3	3	4	4	3
		Pemahaman terhadap pesan atau informasi	3	3	3	3	4	3
		Kemampuan memotivasi peserta didik	3	3	3	4	4	3
		Mendorong berpikir kritis	3	3	3	4	4	3
		Kesesuaian dengan tingkat perkembangan intelektual peserta didik	3	3	3	3	4	3
		Kesesuaian dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik	3	3	3	4	4	3
		Ketepatan tata bahasa	4	3	3	4	4	3
		Ketepatan ejaan	4	3	3	4	4	3
		Konsistensi penggunaan istilah	3	3	3	4	3	4
		Konsistensi penggunaan simbol dan / atau ikon	4	4	4	3	4	3
		Rerata			3.67	3.33	3.33	3.67
Kategori			Sangat	Dapat	Dapat	Sangat	Sangat	Dapat
3	Kelayakan Penyajian	19. Konsistensi sistematika sajian dalam bab	4	3	3	3	4	3
		Keruntutan konsep	4	3	3	4	4	3
		Pembangkit motivasi belajar pada awal bab	3	3	3	3	4	3
		Contoh-contoh soal dalam setiap bab	3	3	3	4	4	3
		Kata-kata kunci baru pada setiap awal bab	3	3	3	4	4	3
		Soal latihan pada setiap akhir bab	3	3	3	3	4	3
		Pengantar/pendahuluan	3	3	3	3	4	3
		Glosarium	3	3	3	3	4	3
		Daftar pustaka	3	3	3	4	4	3
		Rangkuman	3	3	3	4	4	3
		Keterlibatan peserta didik	3	3	3	3	4	3
		Kesesuaian KI dan KD	4	3	3	4	4	3
		Kesesuaian penyajian modul	3	4	4	4	4	4
Kejelasan strategi penyajian	4	4	4	4	4	4		
Rerata			3.40	3.40	3.40	3.80	4.00	3.40
Kategori			Sangat Berguna	Dapat Berguna	Dapat Berguna	Sangat Berguna	Sangat Berguna	Dapat Berguna
Penilaian Umum			LD	LD	LD	LD	LD	LD
Rekomendasi untuk panduan model secara keseluruhan:								
LD	Layak Digunakan							
LDP	Layak Digunakan dengan Perbaikan							
TLD	Tidak Layak Digunakan							

Lampiran 6. Kelayakan LKS

No	Kriteria	Indikator	Validator					
			1	2	3	4	5	6
1	Komponen Isi	Kesesuaian tujuan setiap kegiatan dengan PEs dan Kompetensi Dasar	3	3	3	3	3	3
		Sifat esensial dari materi/tugas yang disampaikan	4	4	4	4	4	4
		Penyesuaian masalah yang diangkat dengan tingkat kognitif siswa	3	3	3	4	4	3
Rerata			3.33	3.33	3.33	3.67	3.67	3.33
Kategori			Dapat Berguna	Dapat Berguna	Dapat Berguna	Sangat Berguna	Sangat Berguna	Dapat Berguna
2	Komponen Penyajian	Sistematika penyajian LKS	3	3	3	3	3	3
		Kejelasan tujuan setiap kegiatan yang disajikan	4	4	4	4	4	4
		Kemampuan kegiatan yang disajikan dalam menumbuhkan rasa ingin tahu siswa	3	3	3	3	3	3
		Kesesuaian fase kegiatan yang disajikan LKS dengan fase pembelajaran	4	4	4	4	4	4
		Kelengkapan gambar dan ilustrasi dalam penyajian LKS	3	3	3	4	4	3
Rerata			3.40	3.40	3.40	3.60	3.60	3.40
Kategori			Dapat Berguna	Dapat Berguna	Dapat Berguna	Sangat Berguna	Sangat Berguna	Dapat Berguna
3	Bahasa	Kesesuaian penggunaan bahasa dengan EYD	3	3	3	3	3	3
		Kesesuaian bahasa yang digunakan dengan tingkat perkembangan kognitif siswa	3	3	3	3	3	3
		Kemampuan komunikatif bahasa yang digunakan	3	3	3	3	3	3
		Kejelasan kalimat yang digunakan	4	4	4	4	4	4
		Kejelasan petunjuk atau arahan	3	3	3	4	4	3
Rerata			3.20	3.20	3.20	3.40	3.40	3.20
Kategori			Dapat Berguna	Dapat Berguna	Dapat Berguna	Sangat Berguna	Sangat Berguna	Dapat Berguna
Penilaian Umum			LD	LD	LD	LD	LD	LD
Rekomendasi untuk panduan model secara keseluruhan:								
LD	Layak Digunakan							
LDP	Layak Digunakan dengan Perbaikan							
TLD	Tidak Layak Digunakan							

Lampiran 7. Kelayakan instrument evaluasi

No	Kriteria	Indikator	Validator					
			1	2	3	4	5	6
1	Kesesuaian Teknik Penilaian	Ketepatan pemilihan teknik penilaian dengan indikator dan tujuan pembelajaran berorientasi NGSS dengan model <i>Inquiry</i>	4	4	4	3	4	3
		Kesesuaian butir instrumen dengan indikator dan tujuan pembelajaran berorientasi NGSS dengan model <i>Inquiry</i>	4	3	3	3	4	3
Rerata			4.00	3.50	3.50	3.00	4.00	3.00
Kategori			Sangat Berguna	Sangat Berguna	Sangat Berguna	Dapat Berguna	Sangat Berguna	Dapat Berguna
2	Kelengkapan Instrumen	Ketersediaan kunci jawaban	4	3	3	3	4	3
		Kecukupan tempat yang disediakan untuk jawaban soal	4	3	3	3	4	3
Rerata			4.00	3.17	3.17	3.00	4.00	3.00
Kategori			Sangat Berguna	Dapat Berguna	Dapat Berguna	Dapat Berguna	Sangat Berguna	Dapat Berguna
3	Kesesuaian Isi	Kesesuaian pertanyaan dengan materi gelombang elektromagnetik	4	3	3	3	4	3
		Kesesuaian kunci jawaban dengan pertanyaan soal	4	4	4	3	4	4
Rerata			4.00	3.50	3.50	3.00	4.00	3.50
Kategori			Sangat Berguna	Sangat Berguna	Sangat Berguna	Dapat Berguna	Sangat Berguna	Sangat Berguna
4	Konstruksi Soal	Kesesuaian petunjuk pengerjaan soal	4	3	3	3	4	3
		Kejelasan penulisan pokok soal (stem)	4	3	3	3	4	3
		Kesesuaian pertanyaan dengan tingkat kognitif peserta didik	4	3	3	3	4	3
Rerata			4.00	3.13	3.13	3.00	4.00	3.13
Kategori			Sangat Berguna	Dapat Berguna	Dapat Berguna	Dapat Berguna	Sangat Berguna	Dapat Berguna
5	Kebahasaan	Penggunaan kaidah bahasa Indonesia	4	3	3	3	4	3
		Kejelasan penulisan bahasa soal	4	3	3	3	4	3
		Kemudahan memahami bahasa yang digunakan	4	3	3	3	4	3
Rerata			4.00	3.03	3.03	3.00	4.00	3.03
Kategori			Sangat Berguna	Dapat Berguna	Dapat Berguna	Dapat Berguna	Sangat Berguna	Dapat Berguna
Penilaian Umum			LD	LD	LD	LD	LD	LD
Rekomendasi untuk panduan model secara keseluruhan:								
LD	Layak Digunakan							
LDP	Layak Digunakan dengan Perbaikan							
TLD	Tidak Layak Digunakan							

Lampiran 8. Uji validitas

KATEGORISASI						
Mean	(μ)	=	2.50			
Std. Deviasi	(σ)	=	0.50			
Tidak Berguna	:	$X \leq \mu - 1,5\sigma$				
Kurang Berguna	:	$\mu - 1,5\sigma < X \leq \mu - 0,5\sigma$				
Cukup Berguna	:	$\mu - 0,5\sigma < X \leq \mu + 0,5\sigma$				
Dapat Berguna	:	$\mu + 0,5\sigma < X \leq \mu + 1,5\sigma$				
Sangat Berguna	:	$\mu + 1,5\sigma < X$				
Kategori			Skor			
Tidak Berguna	:			X	\leq	1.8
Kurang Berguna	:	1.8	<	X	\leq	2.3
Cukup Berguna	:	2.3	<	X	\leq	2.8
Dapat Berguna	:	2.8	<	X	\leq	3.3
Sangat Berguna	:	3.3	<	X		

Lampiran 9. Hasil Uji Reliabilitas

Cohen's Kappa Coefficient (RPP)						
Crosstabs						
Case Processing Summary						
	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Rater 1 * Rater 2	20	100.0%	0	0.0%	20	100.0%
Rater 1 *	20	100.0%	0	0.0%	20	100.0%
Rater 1 *	20	100.0%	0	0.0%	20	100.0%
Rater 1 * Rater 5	20	100.0%	0	0.0%	20	100.0%
Rater 1 * Rater 6	20	100.0%	0	0.0%	20	100.0%
Rater 1 * Rater 2						
Crosstab						
Count						
		Rater 2		Total		
		3	4			
Rater 1	3	7	0	7		
	4	4	9	13		
Total		11	9	20		
Symmetric Measures						
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.	
Measure of Agreement	Kappa	.612	.160	2.968	.003	
N of Valid Cases		20				
a. Not assuming the null hypothesis.						
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.						

Rater 1 * Rater 3

Crosstab

Count		Rater 3		Total
		3	4	
Rater 1	3	6	1	7
	4	1	12	13
Total		7	13	20

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure	Kappa	.780	.147	3.489	.000
N of Valid Cases		20			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 1 * Rater 4

Crosstab

Count		Rater 4		Total
		3	4	
Rater 1	3	7	0	7
	4	1	12	13
Total		8	12	20

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.894	.103	4.019	.000
N of Valid Cases		20			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 1 * Rater 5

Crosstab

Count		Rater 5		Total
		3	4	
Rater 1	3	7	0	7
	4	3	10	13
Total		10	10	20

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.700	.152	3.282	.001
N of Valid Cases		20			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 1 * Rater 6

Crosstab

Count		Rater 6		Total
		3	4	
Rater 1	3	6	1	7
	4	1	12	13
Total		7	13	20

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.780	.147	3.489	.000
N of Valid Cases		20			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Crosstabs

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Rater 2 * Rater 3	20	100.0%	0	0.0%	20	100.0%
Rater 2 * Rater 4	20	100.0%	0	0.0%	20	100.0%
Rater 2 * Rater 5	20	100.0%	0	0.0%	20	100.0%
Rater 2 *	20	100.0%	0	0.0%	20	100.0%

Rater 2 * Rater 3

Crosstab

Count

		Rater 3		Total
		3	4	
Rater 2	3	7	4	11
	4	0	9	9
Total		7	13	20

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.612	.160	2.968	.003
N of Valid Cases		20			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 2 * Rater 4

Crosstab

Count

		Rater 4		Total
		3	4	
Rater 2	3	8	3	11
	4	0	9	9
Total		8	12	20

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.706	.150	3.303	.001
N of Valid Cases		20			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 2 * Rater 5

Crosstab

Count

		Rater 5		Total
		3	4	
Rater 2	3	10	1	11
	4	0	9	9
Total		10	10	20

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.900	.097	4.045	.000
N of Valid Cases		20			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 2 * Rater 6

Crosstab

Count

		Rater 6		Total
		3	4	
Rater 2	3	7	4	11
	4	0	9	9
Total		7	13	20

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.612	.160	2.968	.003
N of Valid Cases		20			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Crosstabs

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Rater 3 * Rater 4	20	100.0%	0	0.0%	20	100.0%
Rater 3 *	20	100.0%	0	0.0%	20	100.0%
Rater 3 * Rater 6	20	100.0%	0	0.0%	20	100.0%

Rater 3 * Rater 4

Crosstab

Count

		Rater 4		Total
		3	4	
Rater 3	3	7	0	7
	4	1	12	13
Total		8	12	20

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.894	.103	4.019	.000
N of Valid Cases		20			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 3 * Rater 5

Crosstab

Count

		Rater 5		Total
		3	4	
Rater 3	3	7	0	7
	4	3	10	13
Total		10	10	20

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.700	.152	3.282	.001
N of Valid Cases		20			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 4 * Rater 5

Crosstab

Count		Rater 5		Total
		3	4	
Rater 4	3	8	0	8
	4	2	10	12
Total		10	10	20

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.800	.131	3.651	.000
N of Valid Cases		20			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 4 * Rater 6

Crosstab

Count		Rater 6		Total
		3	4	
Rater 4	3	7	1	8
	4	0	12	12
Total		7	13	20

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.894	.103	4.019	.000
N of Valid Cases		20			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Crosstabs

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Rater 5 *	20	100.0%	0	0.0%	20	100.0%

Rater 5 * Rater 6 Crosstabulation

Count		Rater 6		Total
		3	4	
Rater 5	3	7	3	10
	4	0	10	10
Total		7	13	20

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.700	.152	3.282	.001
N of Valid Cases		20			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater	R1	R2	R3	R4	R5	R6
R1						
R2	0.612					
R3	0.780	0.612				
R4	0.894	0.706	0.894			
R5	0.700	0.900	0.700	0.800		
R6	0.780	0.612	1.000	0.894	0.700	
Rerata	0.772					

5. Reliabilitas bahan ajar

Crosstabs						
Case Processing Summary						
	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Rater 1 * Rater 2	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
Rater 1 * Rater 3	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
Rater 1 * Rater 4	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
Rater 1 * Rater 5	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
Rater 1 * Rater 6	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%

Rater 1 * Rater 2				
Crosstab				
Count				
	Rater 2			Total
	3	4		
Rater 1	3	19	1	20
	4	9	3	12
Total	28	4	32	

Symmetric Measures					
	Value	Std. Error ^a	Approx. T ^b	Sig.	
Measure of Agreement	Kappa	.231	.151	1.656	.098
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 1 * Rater 3						
Crosstab						
Count						
	Rater 3			Total		
	3	4				
Rater 1	3	19	1	20		
	4	9	3	12		
Total	28	4	32			

Symmetric Measures					
	Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.	
Measure of Agreement	Kappa	.231	.151	1.656	.098
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 1 * Rater 6						
Crosstab						
Count						
	Rater 6			Total		
	3	4				
Rater 1	3	19	1	20		
	4	3	9	12		
Total	22	10	32			

Symmetric Measures					
	Value	Std. Error ^a	Approx. T ^b	Sig.	
Measure of Agreement	Kappa	.724	.127	4.136	.000
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Case Processing Summary						
	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Rater 2 * Rater 3	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
Rater 2 * Rater 4	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
Rater 2 * Rater 5	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
Rater 2 * Rater 6	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%

Rater 2 * Rater 3				
Crosstab				
Count				
	Rater 3			Total
	3	4		
Rater 2	3	28	0	28
	4	0	4	4
Total	28	4	32	

Symmetric Measures					
	Value	Std. Error ^a	Approx. T ^b	Sig.	
Measure of Agreement	Kappa	1.000	0.000	5.657	.000
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 1 * Rater 4

Crosstab

Count		Rater 4		Total
		3	4	
Rater 1	3	16	4	20
	4	3	9	12
Total		19	13	32

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.541	.152	3.067	.002
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 1 * Rater 5

Crosstab

Count		Rater 5		Total
		3	4	
Rater 1	3	17	3	20
	4	0	12	12
Total		17	15	32

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.810	.103	4.665	.000
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 2 * Rater 4

Crosstab

Count		Rater 4		Total
		3	4	
Rater 2	3	17	11	28
	4	2	2	4
Total		19	13	32

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.055	.137	.408	.683
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 2 * Rater 5

Crosstab

Count		Rater 5		Total
		3	4	
Rater 2	3	16	12	28
	4	1	3	4
Total		17	15	32

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.148	.124	1.205	.228
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 1 * Rater 6

Crosstab

Count	Rater 6		Total
	3	4	
Rater 1	3	19	20
Rater 4	4	9	12
Total	22	10	32

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.724	.127	4.136	.000
N of Valid Cases		32			

- a. Not assuming the null hypothesis.
 b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Crosstabs

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Rater 2 * Rater 3	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
Rater 2 * Rater 4	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
Rater 2 * Rater 5	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
Rater 2 * Rater 6	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%

Rater 2 * Rater 6

Crosstab

Count	Rater 6		Total
	3	4	
Rater 2	3	20	28
Rater 4	4	2	4
Total	22	10	32

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.130	.166	.865	.387
N of Valid Cases		32			

- a. Not assuming the null hypothesis.
 b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Crosstabs

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Rater 3 * Rater 4	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
Rater 3 * Rater 5	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
Rater 3 * Rater 6	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%

Rater 2 * Rater 3

Crosstab

Count	Rater 3		Total
	3	4	
Rater 2	3	0	28
Rater 4	4	4	4
Total	28	4	32

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	1.000	0.000	5.657	.000
N of Valid Cases		32			

- a. Not assuming the null hypothesis.
 b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 3 * Rater 4

Crosstab

Count	Rater 4		Total
	3	4	
Rater 3	3	11	28
Rater 4	4	2	4
Total	19	13	32

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.055	.137	.408	.683
N of Valid Cases		32			

- a. Not assuming the null hypothesis.
 b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 2 * Rater 4

Crosstab				
Count				
		Rater 4		Total
		3	4	
Rater 2	3	17	11	28
	4	2	2	4
Total		19	13	32

Symmetric Measures					
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.055	.137	.408	.683
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 3 * Rater 5

Crosstab				
Count				
		Rater 5		Total
		3	4	
Rater 3	3	16	12	28
	4	1	3	4
Total		17	15	32

Symmetric Measures					
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.148	.124	1.205	.228
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 2 * Rater 5

Crosstab				
Count				
		Rater 5		Total
		3	4	
Rater 2	3	16	12	28
	4	1	3	4
Total		17	15	32

Symmetric Measures					
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.148	.124	1.205	.228
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 3 * Rater 6

Crosstab				
Count				
		Rater 6		Total
		3	4	
Rater 3	3	20	8	28
	4	2	2	4
Total		22	10	32

Symmetric Measures					
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.130	.166	.865	.387
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 2 * Rater 6

Crosstab				
Count				
		Rater 6		Total
		3	4	
Rater 2	3	20	8	28
	4	2	2	4
Total		22	10	32

Symmetric Measures					
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.130	.166	.865	.387
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Crosstabs

	Case Processing Summary					
	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Rater 4 * Rater 5	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
Rater 4 *	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%

Rater 4 * Rater 5

Crosstab				
Count				
		Rater 5		Total
		3	4	
Rater 4	3	16	3	19
	4	1	12	13
Total		17	15	32

Crosstabs

Case Processing Summary						
	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Rater 3 * Rater 4	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%
Rater 3 * Rater 6	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%

Rater 3 * Rater 4

Crosstab				
Count		Rater 4		Total
		3	4	
Rater 3	3	17	11	28
	4	2	2	4
Total		19	13	32

Symmetric Measures					
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.055	.137	.408	.683
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 3 * Rater 5

Crosstab				
Count		Rater 5		Total
		3	4	
Rater 3	3	16	12	28
	4	1	3	4
Total		17	15	32

Symmetric Measures					
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.148	.124	1.205	.228
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.

Symmetric Measures					
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.747	.117	4.260	.000
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 4 * Rater 6

Crosstab				
Count		Rater 6		Total
		3	4	
Rater 4	3	19	0	19
	4	3	10	13
Total		22	10	32

Symmetric Measures					
		Value	Std. Error ^a	Approx. T ^b	Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.798	.109	4.611	.000
N of Valid Cases		32			

a. Not assuming the null hypothesis.
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Crosstabs

Case Processing Summary						
	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Rater 5 * Rater 6	32	100.0%	0	0.0%	32	100.0%

Rater 5 * Rater 6 Crosstabulation				
Count		Rater 6		Total
		3	4	
Rater 5	3	16	1	17
	4	6	9	15
Total		22	10	32

6. Reliabilitas instrmen evaluasi

Crosstabs						
Case Processing Summary						
	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Rater 1 *	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 2	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 1 *	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 1 *	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 1 *	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 5	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 1 *	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 6	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%

Crosstabs						
Case Processing Summary						
	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Rater 3 *	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 4	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 3 *	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 5	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 3 *	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 6	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%

Rater 1 * Rater 2				
Crosstab				
Count	Rater 2			Total
	3	4		
Rater 1	3	0		3
	4	7	2	9
Total	10	2		12

Symmetric Measures					
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.125	.103	.894	.371
N of Valid Cases		12			

a. Not assuming the null hypothesis.
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 1 * Rater 3				
Crosstab				
Count	Rater 3			Total
	3	4		
Rater 1	3	0		3
	4	7	2	9
Total	10	2		12

Symmetric Measures					
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.125	.103	.894	.371
N of Valid Cases		12			

a. Not assuming the null hypothesis.
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 3 * Rater 4				
Crosstab				
Count	Rater 4			Total
	3	4		
Rater 3	3	0		3
	4	1	1	2
Total	11	1		12

Symmetric Measures					
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.625	.333	2.335	.020
N of Valid Cases		12			

a. Not assuming the null hypothesis.
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 3 * Rater 5				
Crosstab				
Count	Rater 5			Total
	3	4		
Rater 3	3	7		10
	4	0	2	2
Total	3	9		12

Symmetric Measures					
		Value	Std. Error ^a	Approx. T ^b	Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.125	.103	.894	.371
N of Valid Cases		12			

a. Not assuming the null hypothesis.
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 1 * Rater 4

Crosstab

Count	Rater 4		Total
	3	4	
Rater 1	3	0	3
	4	1	9
Total	11	1	12

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.059	.065	.603	.546
N of Valid Cases		12			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 3 * Rater 6

Crosstab

Count	Rater 6		Total
	3	4	
Rater 3	3	0	10
	4	1	2
Total	11	1	12

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.625	.333	2.335	.020
N of Valid Cases		12			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 1 * Rater 5

Crosstab

Count	Rater 5		Total
	3	4	
Rater 1	3	0	3
	4	9	9
Total	3	9	12

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	1.000	0.000	3.464	.001
N of Valid Cases		12			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Crosstabs

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Rater 4 *	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 4 *	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 6						

Rater 4 * Rater 5

Crosstab

Count	Rater 5		Total
	3	4	
Rater 4	3	8	11
	4	1	1
Total	3	9	12

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.059	.065	.603	.546
N of Valid Cases		12			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 1 * Rater 6

Crosstab

Count	Rater 6		Total
	3	4	
Rater 1	3	0	3
	4	1	9
Total	11	1	12

		Symmetric Measures			
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.059	.065	.603	.546
N of Valid Cases		12			

- a. Not assuming the null hypothesis.
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Crosstabs

	Case Processing Summary					
	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Rater 2 * Rater 3	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 2 * Rater 4	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 2 * Rater 5	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
Rater 2 * Rater 6	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%

Rater 2 * Rater 3

		Crosstab		
		Rater 3		Total
		3	4	
Rater 2	3	10	0	10
	4	0	2	2
Total		10	2	12

		Symmetric Measures			
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	1.000	0.000	3.464	.001
N of Valid Cases		12			

- a. Not assuming the null hypothesis.
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 2 * Rater 4

		Crosstab		
		Rater 4		Total
		3	4	
Rater 2	3	10	0	10
	4	1	1	2
Total		11	1	12

		Symmetric Measures			
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.625	.333	2.335	.020
N of Valid Cases		12			

- a. Not assuming the null hypothesis.
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater 4 * Rater 6

		Crosstab		
		Rater 6		Total
		3	4	
Rater 4	3	11	0	11
	4	0	1	1
Total		11	1	12

		Symmetric Measures			
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	1.000	0.000	3.464	.001
N of Valid Cases		12			

- a. Not assuming the null hypothesis.
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Crosstabs

	Case Processing Summary					
	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Rater 5 * Rater 6	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%

Rater 5 * Rater 6 Crosstabulation

		Crosstab		
		Rater 6		Total
		3	4	
Rater 5	3	3	0	3
	4	8	1	9
Total		11	1	12

		Symmetric Measures			
		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	.059	.065	.603	.546
N of Valid Cases		12			

- a. Not assuming the null hypothesis.
b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Rater	R1	R2	R3	R4	R5	R6
R1						
R2	#REF!					
R3	#REF!	#REF!				
R4	#REF!	#REF!	0.625			
R5	#REF!	#REF!	0.125	0.059		
R6	#REF!	#REF!	0.625	1.000	0.059	
Rerata	#REF!					

Lampiran 10. Analisis Data Uji Coba

Keterlaksanaan RPP

A	B	C	D	E	F	G	H
No	Keterlaksanaan Model		P1	P2	P3	Agreement	Disagreement
1	Perumusan tujuan pembelajaran	Tujuan pembelajaran dengan KD dalam kurikulum	1	0	0	0	1
		Muatan SK, KD, dalam kurikulum dalam keadaan lengkap	0	1	1	0	1
		DCIs, SEPs, dan CCs berdasarkan NGSS dalam keadaan lengkap	1	1	1	1	0
		PEs dengan DCIs, SEPs dan CCs berdasarkan NGSS sudah sesuai	0	1	1	0	1
		Tujuan pembelajaran dengan Performance Expectation NGSS sesuai	1	1	1	1	0
		Materi dengan PEs berdasarkan NGSS sesuai	1	1	1	1	0
2	Pengorganisasian langkah pembelajaran	Pelaksanaan pembelajaran berjalan sesuai tujuan	1	1	1	1	0
		Tujuan pembelajaran diharapkan dalam NGSS sesuai	1	1	1	1	0
		Pelaksanaan pembelajaran sesuai dengan Inquiry based learning	1	1	1	1	0
3	Pemilihan sumber belajar/media pembelajaran	Sumber belajar/media pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran	1	1	1	1	0
		Sumber belajar/media pembelajaran sesuai dengan materi pembelajaran	1	1	1	1	0
		Petunjuk dalam LKS dapat membantu siswa dalam melakukan SEPs	1	1	1	1	0
		LKS sesuai dengan kemampuan (SEPs) Asking questions and defining problem	1	1	1	1	0
		LKS sesuai dengan kemampuan (SEPs) engaging in argument from evidence	1	1	1	1	0
4	Metode pembelajaran	Strategi dan metode pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran dan Pes NGSS	1	1	1	1	0
		Strategi dan metode pembelajaran sesuai dengan materi pembelajaran	1	1	1	1	0
		Alokasi waktu sesuai dengan tujuan pembelajaran	1	1	1	1	0
5	Penilaian hasil belajar	Teknik penilaian sesuai dengan SEPs NGSS	1	1	1	1	0
		Prosedur penilaian terlaksana dengan jelas	1	1	1	1	0
		Instrument (soal, kunci jawaban/pedoman penskoran) digunakan secara keseluruhan	1	1	1	1	0
Jumlah			18	19	19	17	3
Persentase			90.0%	95.0%	95.0%	85.0%	15.0%

Keefektifan

No	Keterlaksanaan Model		P1	P2	P3	Agreement	Disagreement
1	Perumusan tujuan pembelajaran	Tujuan pembelajaran dengan KD dalam kurikulum	1	0	0	0	1
		Muatan SK, KD, dalam kurikulum dalam keadaan lengkap	0	1	1	0	1
		DCIs, SEPs, dan CCs berdasarkan NGSS dalam keadaan lengkap	1	1	1	1	0
		PEs dengan DCIs, SEPs dan CCs berdasarkan NGSS sudah sesuai	0	1	1	0	1
		Tujuan pembelajaran dengan Performance Expectation NGSS sesuai	1	1	1	1	0
		Materi dengan PEs berdasarkan NGSS sesuai	1	1	1	1	0
2	Pengorganisasian langkah pembelajaran	Pelaksanaan pembelajaran berjalan sesuai tujuan	1	1	1	1	0
		Tujuan pembelajaran diharapkan dalam NGSS sesuai	1	1	1	1	0
		Pelaksanaan pembelajaran sesuai dengan Inquiry based learning	1	1	1	1	0
3	Pemilihan sumber belajar/media pembelajaran	Sumber belajar/media pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran	1	1	1	1	0
		Sumber belajar/media pembelajaran sesuai dengan materi pembelajaran	1	1	1	1	0
		Petunjuk dalam LKS dapat membantu siswa dalam melakukan SEPs	1	1	1	1	0
		LKS sesuai dengan kemampuan (SEPs) Asking questions and defining problem	1	1	1	1	0
		LKS sesuai dengan kemampuan (SEPs) engaging in argument from evidence	1	1	1	1	0
4	Metode pembelajaran	Strategi dan metode pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran dan Pes NGSS	1	1	1	1	0
		Strategi dan metode pembelajaran sesuai dengan materi pembelajaran	1	1	1	1	0
		Alokasi waktu sesuai dengan tujuan pembelajaran	1	1	1	1	0
5	Penilaian hasil belajar	Teknik penilaian sesuai dengan SEPs NGSS	1	1	1	1	0
		Prosedur penilaian terlaksana dengan jelas	1	1	1	1	0
		Instrument (soal, kunci jawaban/pedoman penskoran) digunakan secara keseluruhan	1	1	1	1	0
Jumlah			18	19	19	17	3
Persentase			90.0%	95.0%	95.0%	85.0%	15.0%

No	Aspek	Dimensi	Perilaku Siswa	Nilai				Rata-rata	Kriteria		
				G	TS1	TS2	TS3				
1	<i>Asking Questions and Defining Problems</i>	Kemampuan bertanya	Siswa merumuskan pertanyaan spesifik berdasarkan memeriksa model, fenomena, atau teori.	4	4	4	3	3.8	Sangat Baik		
			Pertanyaan siswa dapat menghasilkan jawaban yang akan mengklarifikasi hubungan antar komponen dalam suatu sistem.	4	4	4	4	4.0	Sangat Baik		
			Siswa mampu mengemukakan pertanyaan secara empiris.	4	4	4	4	4.0	Sangat Baik		
		Rerata				4	4	4	3.7	3.9	Sangat Baik
		Kemampuan mengevaluasi pertanyaan	Siswa mengevaluasi pertanyaan dalam hal apakah jawaban terhadap pertanyaan akan memberikan informasi yang relevan tentang fenomena yang ditargetkan dalam konteks tertentu.	3	3	3	4	3.3	Baik		
			Siswa mampu melakukan evaluasi terhadap pertanyaan mencakup deskripsi apakah jawaban terhadap pertanyaan akan diuji secara empiris atau tidak.	4	4	4	3	3.8	Sangat Baik		
			Rerata				4	3.5	3.5	3.5	3.5
		Kemampuan mendefinisikan masalah	Siswa mampu menganalisis deskripsi tantangan dengan alasan mengapa itu merupakan tantangan global utama.	4	4	4	4	4.0	Sangat Baik		
			Siswa mampu menganalisis deskripsi kualitatif dan kuantitatif tentang tingkat dan kedalaman masalah dan konsekuensi utamanya terhadap materi pembelajaran jika tidak terpecahkan.	3	3	4	3	3.3	Baik		
			Siswa mampu menganalisis latar belakang dari suatu fenomena melalui beberapa sumber belajar.	4	4	3	4	3.8	Sangat Baik		
			Kemampuan siswa dalam menganalisis yang mencakup identifikasi sistem fisik dimana masalah itu tertanam, termasuk unsur-unsur utama dan hubungan dalam sistem dan batas-batas sehingga dapat mengklarifikasi apa yang merupakan dan bukan bagian dari fenomena.	3	3	4	3	3.3	Baik		
			Siswa mampu melakukan analisis yang mencakup uraian tentang fenomena yang relatif terjadi terhadap masalah.	3	3	3	4	3.3	Baik		
			Siswa menentukan kriteria dan kendala kualitatif dan kuantitatif untuk solusi yang dapat diterima untuk fenomena yang dihadapi.	4	4	3	3	3.5	Sangat Baik		
			Rerata				4	4	3	3	3.5

2	<i>Engaging in Argument from Evidence</i>	Rerata		4	3.5	3.5	3.5	3.5	Sangat Baik
		Kemampuan membangun argumen dan mengevaluasi klaim atau solusi desain yang diberikan.	Siswa mengidentifikasi klaim, penjelasan, atau solusi desain yang diberikan untuk dievaluasi, didukung, atau disangkal dengan argumentasi.	4	4	3	3	3.5	Sangat Baik
			Siswa mengidentifikasi beberapa baris bukti ilmiah yang relevan dengan pertanyaan ilmiah tertentu atau masalah desain teknis memecahkan masalah.	4	4	4	4	4.0	Sangat Baik
			Siswa menilai validitas, reliabilitas, kekuatan, dan kelemahan dari bukti yang dipilih bersama dengan kemampuannya untuk mendukung argumen logis dan masuk akal tentang klaim, penjelasan, atau solusi atas suatu permasalahan.	3	4	4	4	3.8	Sangat Baik
			Siswa mensintesis bukti secara logis dan membuat koneksi eksplisit ke teori atau model ilmiah yang diketahui.	3	3	3	3	3.0	Baik
			Siswa mengembangkan argumen yang secara eksplisit mendukung atau membantah klaim, penjelasan, atau solusi desain yang diberikan menggunakan bukti dan informasi yang diketahui secara ilmiah.	3	4	4	4	3.8	Sangat Baik
		Rerata		3	3.8	3.6	3.6	3.6	Sangat Baik
		Kemampuan mengevaluasi bukti dan / atau alasan yang diberikan	Siswa dengan jelas mengidentifikasi klaim atau penjelasan yang diberikan.	4	3	3	3	3.3	Baik
			Siswa dengan jelas mengidentifikasi bukti yang diberikan yang mendukung atau membantah klaim atau penjelasan yang diberikan.	4	4	4	4	4.0	Sangat Baik
			Siswa dengan jelas mengidentifikasi alasan yang diberikan yang mendukung atau membantah klaim atau penjelasan yang diberikan.	4	4	4	4	4.0	Sangat Baik
			Siswa mengidentifikasi bukti tambahan, teori ilmiah, atau materi yang tidak diberikan kepada siswa.	3	4	4	4	3.8	Sangat Baik
			Siswa menggunakan bukti tambahan yang tidak diberikan untuk menilai validitas dan reliabilitas bukti yang diberikan bersama dengan kemampuan bukti yang diberikan untuk mendukung atau membantah klaim atau penjelasan.	4	4	4	4	4.0	Sangat Baik
			Siswa mengevaluasi berdasarkan logika semua alasan yang diberikan.	3	4	4	4	3.8	Sangat Baik
		Rerata		3.7	3.8	3.8	3.8	3.8	Sangat Baik
		Rata-rata Hasil Penilaian		3.6	3.7	3.7	3.6	3.7	Sangat Baik

Keterangan:

G: Guru

TS1: Teman Sejawat 1

TS2: Teman Sejawat 2

TS3: Teman Sejawat 3

Respon siswa

1	Butir Pertanyaan																														Rata-rata	Kriteria	
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	2	4	2	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3.4	Sangat Baik	
4	4	4	4	2	2	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	2	2	4	3	3	3	3	4	4	3.3	Sangat Baik	
5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3.6	Sangat Baik
6	4	2	4	4	2	3	4	4	4	3	4	4	2	4	4	2	3	3	4	2	4	4	2	3	4	4	4	3	2	4	3.3	Sangat Baik	
7	4	2	4	4	2	3	4	3	4	3	4	4	2	4	4	2	3	3	4	2	4	4	2	3	4	3	4	3	2	4	3.3	Baik	
8	4	4	4	2	2	3	2	4	3	4	4	4	3	4	2	4	4	2	4	4	4	2	2	3	2	4	3	4	4	4	3.3	Baik	
9	2	3	3	4	2	2	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	3	3	4	2	2	2	3	3	3	3	3	2.8	Baik	
10	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3.6	Sangat Baik
11	4	4	3	2	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	2	2	3	4	3	3	3	4	3	3.2	Baik	
12	3	3	4	2	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	2	4	4	3	4	3	4	3	4	3.5	Sangat Baik	
13	3.7	3.3	3.7	3.2	2.8	3.2	3.1	3.3	3.2	3.5	3.4	3.7	3.4	3.7	3.3	3.2	3.6	2.9	3.7	3.3	3.7	3.2	2.8	3.2	3.1	3.3	3.2	3.5	3.3	3.7	3.4	Sangat Baik	
14																																	

Hasil belajar

No	Hasil Tes					
	Pretest			Posttest		
	Nilai	Ketuntasan	Jumlah	Nilai	Ketuntasan	Jumlah
1	62.5	Tidak	0	50	Tidak	0
2	50.0	Tidak	0	75	Tuntas	1
3	75.0	Tuntas	1	88	Tuntas	1
4	62.5	Tidak	0	75.0	Tuntas	1
5	75.0	Tuntas	1	87.5	Tuntas	1
6	37.5	Tidak	0	63	Tidak	0
7	37.5	Tidak	0	50	Tidak	0
8	25.0	Tidak	0	38	Tidak	0
9	50.0	Tidak	0	75	Tuntas	1
10	25.0	Tidak	0	37.5	Tidak	0
Maksimal	75	Jumlah Tuntas	2	88	Jumlah Tuntas	5
Minimal	25	Jumlah Tidak Tuntas	8	37.50	Jumlah Tidak Tuntas	5
Rata-Rata	50.00	Persentase Tuntas	20.00%	63.75	Persentase Tuntas	50.00%

Uji statistic

Uji Normalitas

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

	Pretest-Uji Coba	Posttest-Uji Coba	
N	10	10	
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	50.000	63.750
	Std. Deviation	18.6339	19.0485
Most Extreme Differences	Absolute	.149	.223
	Positive	.149	.165
	Negative	-.149	-.223
Test Statistic	.149	.223	
Asymp. Sig. (2-tailed)	.200 ^{c,d}	.175 ^c	

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

Uji Homogentias

Oneway

Test of Homogeneity of Variances

Pretest-Uji
Coba

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
30.556	3	5	.001

not
homogen

ANOVA

Pretest-Uji
Coba

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2708.333	4	677.083	8.125	.021
Within Groups	416.667	5	83.333		
Total	3125.000	9			

Uji Beda (Wilcoxon Signed Rank Test) NPar Tests

Wilcoxon Signed Ranks Test

Ranks

	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Posttest-Uji Coba - Pretest-Uji Coba	1 ^a	4.00	4.00
	9 ^b	5.67	51.00
	0 ^c		

Total	10		
-------	----	--	--

- a. Posttest-Uji Coba < Pretest-Uji Coba
- b. Posttest-Uji Coba > Pretest-Uji Coba
- c. Posttest-Uji Coba = Pretest-Uji Coba

Test Statistics^a

	Posttest-Uji Coba - Pretest-Uji Coba
Z	-2,495 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.013

- a. Wilcoxon Signed Ranks Test
- b. Based on negative ranks.

Lampiran 11. Analisis data implementasi

Keterlaksanaan rpp

No	Keterlaksanaan Model		Uji Coba				
			P1	P2	P3	Agreement	Disagreement
1	Perumusan tujuan pembelajaran	Tujuan pembelajaran dengan KD dalam kurikulum	1	1	1	1	0
		Muatan SK, KD, dalam kurikulum dalam keadaan lengkap	1	1	1	1	0
		DCIs, SEPs, dan CCs berdasarkan NGSS dalam keadaan lengkap	1	1	1	1	0
		PEs dengan DCIs, SEPs dan CCs berdasarkan NGSS sudah sesuai	1	1	1	1	0
		Tujuan pembelajaran dengan Performance Expectation NGSS sesuai	1	1	1	1	0
Materi dengan PEs berdasarkan NGSS sesuai	1	1	1	1	0		
2	Pengorganisasian langkah pembelajaran	Pelaksanaan pembelajaran berjalan sesuai tujuan	1	1	1	1	0
		Tujuan pembelajaran diharapkan dalam NGSS sesuai	1	1	1	1	0
		Pelaksanaan pembelajaran sesuai dengan Inquiry based learning	1	1	1	1	0
3	Pemilihan sumber belajar/media pembelajaran	Sumber belajar/media pembelajaransesuai dengan tujuan pembelajaran	1	1	1	1	0
		Sumber belajar/media pembelajaran sesuai dengan materi pembelajaran	1	1	1	1	0
		Petunjuk dalam LKS dapat membantu siswa dalam melakukan SEPs	1	1	1	1	0
		LKS sesuai dengan kemampuan (SEPs) Asking questions and defining problem	1	1	1	1	0
		LKS sesuai dengan kemampuan (SEPs) engaging in argument from evidence	1	0	1	0	1
4	Metode pembelajaran	Strategi dan metode pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran dan Pes NGSS	1	1	1	1	0
		Strategi dan metode pembelajaran sesuai dengan materi pembelajaran	1	1	1	1	0
		Alokasi waktu sesuai dengan tujuan pembelajaran	1	1	1	1	0
5	Penilaian hasil belajar	Teknik penilaian sesuai dengan SEPs NGSS	1	1	1	1	0
		Prosedur penilaian terlaksana dengan jelas	1	1	1	1	0
		Instrument (soal, kunci jawaban/pedoman penskoran) digunakan secara keseluruhan	1	1	1	1	0
Jumlah			20	19	20	19	1
Persentase			100.0%	95.0%	100.0%	95.0%	5.0%

Keevektifan

No	Kriteria	Indikator	Hasil Penilaian	
			Nilai	Kriteria
1	INTENSITAS (Model dapat digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran)	Model pembelajaran dapat meningkatkan kesadaran siswa untuk menerima keberadaan asking question and defining problem dan engaging in argument from evidences .	4	Sangat Efektif
		Model pembelajaran dapat meningkatkan kesadaran siswa untuk menyetujui asking question and defining problem dan engaging in argument from evidences .	4	Sangat Efektif
		Model pembelajaran dapat membuat siswa menunjukkan konsistensi perilaku belajar dengan asking question and defining problem dan engaging in argument from evidences.	3	Efektif
		Model pembelajaran dapat membuat siswa mengaplikasikan asking question and defining problem dan engaging in argument from evidences yang relevan.	4	Sangat Efektif
		Model pembelajaran dapat meningkatkan kesadaran siswa untuk membangun sistem asking question and defining problem dan engaging in argument from evidences dalam belajar.	4	Sangat Efektif
Rata-Rata Hasil Penilaian			3.8	Sangat Efektif
2	OBJEKTIVITAS (Model dapat digunakan untuk mengembangkan asking question and defining problem dan engaging in argument from evidences siswa)	Model pembelajaran dapat diterapkan dalam pembelajaran untuk meningkatkan asking question and defining problem dan engaging in argument from evidences .	4	Sangat Efektif
		Model pembelajaran dapat diterapkan pada pendidikan di jenjang sekolah menengah atas.	3	Efektif
Rata-Rata Hasil Penilaian			3.5	Sangat Efektif
3	EFISIEN (model pembelajaran dapat diterapkan secara efisien dalam pembelajaran)	Model pembelajaran dapat diterapkan pada saat pembelajaran Fisika.	3	Efektif
		Model pembelajaran dapat diterapkan tanpa membutuhkan waktu tambahan.	4	Sangat Efektif
		Model pembelajaran dapat diterapkan tanpa adanya dana tambahan lain.	4	Sangat Efektif
Rata-Rata Hasil Penilaian			3.7	Sangat Efektif
4	SISTEMATIK (model pembelajaran dapat diterapkan secara kontinyu setiap kali pembelajaran)	Model pembelajaran memiliki urutan kegiatan yang harus dilaksanakan dengan baik.	4	Sangat Efektif
		Model pembelajaran memiliki urutan kegiatan yang sesuai dengan proses pembelajaran di lapangan.	4	Sangat Efektif
		Model pembelajaran memiliki urutan kegiatan yang sesuai dengan prosedur pembelajaran di lapangan.	3	Efektif
		Model pembelajaran memungkinkan untuk diterapkan secara kontinyu pada pembelajaran selanjutnya.	4	Sangat Efektif
Rata-Rata Hasil Penilaian			3.8	Sangat Efektif

5	PRAKTIS (model pembelajaran praktis digunakan untuk memantau atau merekam proses pembelajaran)	Model pembelajaran mudah untuk dilaksanakan.	3	Efektif
		Model pembelajaran mudah untuk dilaksanakan pengadministrasiannya.	4	Sangat Efektif
		Model pembelajaran tidak membutuhkan biaya tinggi dalam penerapannya.	4	Sangat Efektif
		Model pembelajaran dapat memberikan hasil yang maksimal dalam meningkatkan asking question and defining problem dan engaging in argument from evidences .	3	Efektif
Rata-Rata Hasil Penilaian			3.5	Sangat Efektif

Perilaku siswa

No	Aspek	Dimensi	Perilaku Siswa	Nilai				Rata-rata	Kriteria		
				G	TS1	TS2	TS3				
1	<i>Asking Questions and Defining Problems</i>	Kemampuan bertanya	Siswa merumuskan pertanyaan spesifik berdasarkan memeriksa model, fenomena, atau teori.	4	4	3	4	3.8	Sangat Baik		
			Pertanyaan siswa dapat menghasilkan jawaban yang akan mengklarifikasi hubungan antar komponen dalam suatu sistem.	4	3	4	4	3.8	Sangat Baik		
			Siswa mampu mengemukakan pertanyaan secara empiris.	4	4	4	4	4.0	Sangat Baik		
		Rerata				4	3.67	3.67	4.0	3.8	Sangat Baik
		Kemampuan mengevaluasi pertanyaan	Siswa mengevaluasi pertanyaan dalam hal apakah jawaban terhadap pertanyaan akan memberikan informasi yang relevan tentang fenomena yang ditargetkan dalam konteks tertentu.	3	4	4	4	3.8	Sangat Baik		
			Siswa mampu melakukan evaluasi terhadap pertanyaan mencakup deskripsi apakah jawaban terhadap pertanyaan akan diuji secara empiris atau tidak.	4	4	4	3	3.8	Sangat Baik		
		Rerata				4	4	4	3.5	3.8	Sangat Baik
		Kemampuan mendefinisikan masalah	Siswa mampu menganalisis deskripsi tantangan dengan alasan mengapa itu merupakan tantangan global utama.	4	4	4	4	4.0	Sangat Baik		
			Siswa mampu menganalisis deskripsi kualitatif dan kuantitatif tentang tingkat dan kedalaman masalah dan konsekuensi utamanya terhadap materi pembelajaran jika tidak terpecahkan.	4	4	4	3	3.8	Sangat Baik		
			Siswa mampu menganalisis latar belakang dari suatu fenomena melalui beberapa sumber belajar.	4	4	3	4	3.8	Sangat Baik		
			Kemampuan siswa dalam menganalisis yang mencakup identifikasi sistem fisik dimana masalah itu tertanam, termasuk unsur-unsur utama dan hubungan dalam sistem dan batas-batas sehingga dapat mengklarifikasi apa yang merupakan dan bukan bagian dari fenomena.	3	3	4	3	3.3	Baik		
			Siswa mampu melakukan analisis yang mencakup uraian tentang fenomena yang relatif terjadi terhadap masalah.	4	4	3	4	3.8	Sangat Baik		
			Siswa menentukan kriteria dan kendala kualitatif dan kuantitatif untuk solusi yang dapat diterima untuk fenomena yang dihadapi.	4	4	3	3	3.5	Sangat Baik		
			Rerata				4	3.83	3.5	3.5	3.7
		2	<i>Engaging in Argument from Evidence</i>	Kemampuan membangun argumen dan mengevaluasi klaim atau solusi desain yang diberikan.	Siswa mengidentifikasi klaim, penjelasan, atau solusi desain yang diberikan untuk dievaluasi, didukung, atau disangkal dengan argumentasi.	4	4	4	4	4.0	Sangat Baik
					Siswa mengidentifikasi beberapa baris bukti ilmiah yang relevan dengan pertanyaan ilmiah tertentu atau masalah desain teknis memecahkan masalah.	4	4	4	4	4.0	Sangat Baik

		Siswa menilai validitas, reliabilitas, kekuatan, dan kelemahan dari bukti yang dipilih bersama dengan kemampuannya untuk mendukung argumen logis dan masuk akal tentang klaim, penjelasan, atau solusi atas suatu permasalahan.	3	4	4	4	3.8	Sangat Baik
		Siswa mensintesis bukti secara logis dan membuat koneksi eksplisit ke teori atau model ilmiah yang diketahui.	3	4	4	4	3.8	Sangat Baik
		Siswa mengembangkan argumen yang secara eksplisit mendukung atau membantah klaim, penjelasan, atau solusi desain yang diberikan menggunakan bukti dan informasi yang diketahui secara ilmiah.	3	4	4	4	3.8	Sangat Baik
		Rerata	3	4	4	4	3.9	Sangat Baik
	Kemampuan mengevaluasi bukti dan / atau alasan yang diberikan	Siswa dengan jelas mengidentifikasi klaim atau penjelasan yang diberikan.	4	3	4	4	3.8	Sangat Baik
		Siswa dengan jelas mengidentifikasi bukti yang diberikan yang mendukung atau membantah klaim atau penjelasan yang diberikan.	4	4	4	4	4.0	Sangat Baik
		Siswa dengan jelas mengidentifikasi alasan yang diberikan yang mendukung atau membantah klaim atau penjelasan yang diberikan.	4	4	4	4	4.0	Sangat Baik
		Siswa mengidentifikasi bukti tambahan, teori ilmiah, atau materi yang tidak diberikan kepada siswa.	4	4	4	4	4.0	Sangat Baik
		Siswa menggunakan bukti tambahan yang tidak diberikan untuk menilai validitas dan reliabilitas bukti yang diberikan bersama dengan kemampuan bukti yang diberikan untuk mendukung atau membantah klaim atau penjelasan.	4	4	4	4	4.0	Sangat Baik
		Siswa mengevaluasi berdasarkan logika semua alasan yang diberikan.	4	3	4	4	3.8	Sangat Baik
			Rerata	4.0	3.7	4.0	4.0	3.9
		Rata-rata Hasil Penilaian	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	Sangat Baik

Keterangan:

G: Guru

TS1: Teman Sejawat 1

TS2: Teman Sejawat 2

TS3: Teman Sejawat 3

Repon siswa

No Siswa	Butir Pertanyaan																														Rata-rata	Kriteria	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
1	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3.4	Sangat Baik	
2	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3.4	Sangat Baik	
3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3	3	4	4	3.4	Sangat Baik	
4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3.7	Sangat Baik	
5	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3.3	Sangat Baik	
6	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3.4	Sangat Baik	
7	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.2	Baik	
8	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3.5	Sangat Baik	
9	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3.3	Sangat Baik	
10	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.1	Baik	
11	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3.4	Sangat Baik	
12	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	3.4	Sangat Baik
13	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	3.4	Sangat Baik
14	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3.7	Sangat Baik	
15	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3.3	Sangat Baik	
16	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3.4	Sangat Baik	
17	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.2	Baik	
18	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3.5	Sangat Baik	
19	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3.3	Sangat Baik
20	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.1	Baik	
21	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3.7	Sangat Baik	
22	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3.4	Sangat Baik	
23	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3.3	Sangat Baik	
24	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.2	Baik	
25	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3.5	Sangat Baik	
26	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3.3	Sangat Baik	
27	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.1	Baik	
28	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3.4	Sangat Baik	
29	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3.4	Sangat Baik	
30	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4	3.4	Sangat Baik	
31	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3.7	Sangat Baik	
32	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3.3	Sangat Baik	
Rata-rata	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3.4	Sangat Baik	

Hasil belajar

No	Hasil Tes					
	Pretest			Posttest		
	Nilai	Ketuntasan	Jumlah	Nilai	Ketuntasan	Jumlah
1	37.5	Tidak	0	50.0	Tidak	0
2	37.5	Tidak	0	75.0	Tuntas	1
3	25.0	Tidak	0	87.5	Tuntas	1
4	50.0	Tidak	0	75.0	Tuntas	1
5	62.5	Tidak	0	87.5	Tuntas	1
6	50.0	Tidak	0	50.0	Tidak	0
7	75.0	Tuntas	1	75.0	Tuntas	1
8	62.5	Tidak	0	87.5	Tuntas	1
9	75.0	Tuntas	1	75.0	Tuntas	1
10	62.5	Tidak	0	87.5	Tuntas	1
11	75.0	Tuntas	1	62.5	Tidak	0
12	37.5	Tidak	0	50.0	Tidak	0
13	62.5	Tidak	0	75.0	Tuntas	1
14	75.0	Tuntas	1	87.5	Tuntas	1
15	37.5	Tidak	0	75.0	Tuntas	1
16	37.5	Tidak	0	87.5	Tuntas	1
17	25.0	Tidak	0	50.0	Tidak	0
18	50.0	Tidak	0	75.0	Tuntas	1
19	62.5	Tidak	0	75.0	Tuntas	1
20	75.0	Tuntas	1	87.5	Tuntas	1
21	62.5	Tidak	0	50.0	Tidak	0

22	75.0	Tuntas	1	75.0	Tuntas	1
23	62.5	Tidak	0	87.5	Tuntas	1
24	75.0	Tuntas	1	75.0	Tuntas	1
25	37.5	Tidak	0	87.5	Tuntas	1
26	62.5	Tidak	0	62.5	Tidak	0
27	75.0	Tuntas	1	50.0	Tidak	0
28	37.5	Tidak	0	75.0	Tuntas	1
29	37.5	Tidak	0	87.5	Tuntas	1
30	37.5	Tidak	0	75.0	Tuntas	1
31	25.0	Tidak	0	87.5	Tuntas	1
32	50.0	Tidak	0	50.0	Tidak	0
Maksimal	75	Jumlah Tuntas	8	87.5	Jumlah Tuntas	23
Minimal	25	Jumlah Tidak Tuntas	24	50.00	Jumlah Tidak Tuntas	9
Rata-Rata	53.52	Persentase Tuntas	25.00%	73.05	Persentase Tuntas	71.88%

Uji statistic

Uji Normalitas

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Pretest- Implementasi	Posttest- Implementasi
N		32	32
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	53.516	73.047
	Std. Deviation	17.1669	14.2378
Most Extreme Differences	Absolute	.200	.273
	Positive	.200	.166
	Negative	-.200	-.273
Test Statistic		.200	.273
Asymp. Sig. (2-tailed)		.002 ^c	.000 ^c

a. Test distribution is not Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

Uji Homogenitas

Oneway

Test of Homogeneity of Variances

Pretest-
Implementasi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.491	3	28	.238

ANOVA

Pretest-
Implementasi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	812.893	3	270.964	.912	.448
Within Groups	8322.849	28	297.245		
Total	9135.742	31			

Uji Perbedaan (Wilcoxon Signed Rank Test)

NPar Tests

Wilcoxon Signed Ranks Test

Ranks

	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Posttest- Implementasi - Pretest- Implementasi Negative Ranks	3 ^a	7.17	21.50
Positive Ranks	22 ^b	13.80	303.50
Ties	7 ^c		
Total	32		

a. Posttest-Implementasi < Pretest-Implementasi

b. Posttest-Implementasi > Pretest-Implementasi

c. Posttest-Implementasi = Pretest-Implementasi

Test Statistics^a

	Posttest- Implementasi - Pretest- Implementasi
Z	-3,826 ^b
Asymp. Sig. (2- tailed)	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Contents

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN INQUIRY BASED LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SISWA DALAM ASKING QUESTION AND DEFINING PROBLEMS DAN ENGAGING IN ARGUMENT FROM EVIDENCE

.....	i
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	1
DAFTAR LAMPIRAN	2
BAB I	3
BAB II	15
BAB III	77
BAB IV	102
BAB V	164
DAFTAR PUSTAKA	166
Lampiran 1. Bahan Ajar	176
a. Interferensi.....	Error! Bookmark not defined.
b. Gelombang berdiri.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 2. Instrumen Evaluasi	205
Lampiran 3. LKS.....	211
LEMBAR KERJA SISWA NOMOR 03	Error! Bookmark not defined.
Materi/waktu : gelombang/80 menit	Error! Bookmark not defined.
FENOMENA/MASALAH	Error! Bookmark not defined.

Tujuan	Error! Bookmark not defined.
Alat dan bahan	Error! Bookmark not defined.
Langkah Percobaan	Error! Bookmark not defined.
DATA HASIL PERCOBAAN	Error! Bookmark not defined.
Pertanyaan:	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 3. RPP	221
Lampiran 4. Tabulasi data validasi produk	228
Lampiran 5. Data validasi untuk bahan ajar	230
Lampiran 6. Kelayakan LKS	231
Lampiran 7. Kelayakan instrument evaluasi	232
Lampiran 8. Uji validitas	234
Lampiran 9. Hasil Uji Reliabilitas	235
Lampiran 10. Analisis Data Uji Coba	253
Lampiran 11. Analisis data implementasi	264