

**LAPORAN AKHIR**  
**PENELITIAN PRODUK TERAPAN**



**PENGEMBANGAN PERANGKAT MODEL PEMBELAJARAN  
BERBASIS *VIRTUAL LABORATORY* PADA MATA  
PELAJARAN FISIKA DALAM MENINGKATKAN HASIL  
BELAJAR SISWA SMA Negeri 1 GORONTALO**

Tirtawaty Abdjul, S.Pd, M.Pd /NIDN : 0020067903  
Nova Elysia Ntobuo. S.Pd.,M.Pd/NIDN : 0021038106  
Citron S. Payu, S.Pd, M.Pd/NIDN : 0024047403

**Tahun ke 1 dari rencana 2 Tahun**

**UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO**

**2017**

Kode>Nama Rumpun Ilmu: 773/ Pendidikan Fisika

**LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN PRODUK TERAPAN**



**PENGEMBANGAN PERANGKAT MODEL PEMBELAJARAN  
BERBASIS *VIRTUAL LABORATORY* PADA MATA  
PELAJARAN FISIKA DALAM MENINGKATKAN HASIL  
BELAJAR SISWA SMA Negeri 1 GORONTALO**

Tirtawaty Abdjul, S.Pd, M.Pd /NIDN : 0020067903  
Nova Elysia Ntobuo. S.Pd.,M.Pd/NIDN : 0021038106  
Citron S. Payu, S.Pd, M.Pd/NIDN : 0024047403

**Tahun ke 1 dari rencana 2 Tahun**

**UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO**

**2017**

## HALAMAN PENGESAHAN

**Judul** : PENGEMBANGAN PERANGKAT MODEL  
PEMBELAJARAN BERBASIS VIRTUAL  
LABORATORY PADA MATA PELAJARAN FISIKA  
DALAM MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA  
SMA Negeri 1 GORONTALO

**Peneliti/Pelaksana**

**Nama Lengkap** : - TIRTAWATY ABDJUL, S.Pd., M.Pd  
**Perguruan Tinggi** : Universitas Negeri Gorontalo  
**NIDN** : 0020067903  
**Jabatan Fungsional** : Lektor  
**Program Studi** : Pendidikan Fisika  
**Nomor HP** : 081331906917  
**Alamat surel (e-mail)** : tirtawatyabdjul@ung.ac.id

**Anggota (1)**

**Nama Lengkap** : NOVA ELYSIA NTOBUO S.Pd, M.Pd  
**NIDN** : 0021038106  
**Perguruan Tinggi** : Universitas Negeri Gorontalo

**Anggota (2)**

**Nama Lengkap** : CITRON S PAYU S.Pd., M.Pd  
**NIDN** : 0024047403  
**Perguruan Tinggi** : Universitas Negeri Gorontalo

**Institusi Mitra (jika ada)**

**Nama Institusi Mitra** : -  
**Alamat** : -  
**Penanggung Jawab** : -  
**Tahun Pelaksanaan** : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun  
**Biaya Tahun Berjalan** : Rp 65,000,000  
**Biaya Keseluruhan** : Rp 350,000,000



Mengetahui,  
Dekan Fakultas MIPA

(Prof. DR. Hj. Evie Hulukati, M.Pd)  
NIP/NIK 196006301986032001

Kota Gorontalo, 9 - 10 - 2017  
Ketua,

(- TIRTAWATY ABDJUL, S.Pd., M.Pd)  
NIP/NIK 197907202005012002



Menyetujui,  
Ketua LPM UNG

(Prof. DR. Hj. Fenty Puluhulawa, SH, M.Hum)  
NIP/NIK 196804091993032001

## RINGKASAN

Dalam pembelajaran fisika, masih banyak guru yang jarang mengajak siswa untuk melakukan pengamatan melalui kegiatan eksperimen. Hal ini karena disebabkan sebagian besar alat yang terdapat pada laboratorium tidak dapat berfungsi dengan baik, minimnya ketersediaan alat-alat laboratorium, serta terdapat beberapa materi fisika yang tidak bisa dipraktikkan secara langsung. Pada pembelajaran ini, gagasan awal siswa relatif kurang digali, siswa cenderung bersifat pasif, motivasi mahasiswa untuk belajar mandiri kurang, dan keterampilan proses sains siswa kurang terfasilitasi. Padahal yang dapat membuat siswa lebih memahami materi yang mereka pelajari yaitu dengan mengajak siswa dalam pembelajaran yang berbasis nyata.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis *virtual laboratory* Pada Mata Pelajaran Fisika yang valid, praktis dan efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa di SMA Negeri 1 Gorontalo. Melalui penelitian ini diharapkan dapat: (1) memberikan gambaran kualitas perangkat pembelajaran berbasis *virtual laboratory* yang valid, praktis dan efektif yang berupa Silabus, RPP, bahan ajar, lembar kegiatan siswa, dan tes hasil belajar. (2) memberikan gambaran hasil implementasi perangkat pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran berbasis *virtual laboratory*. Untuk mencapai target tersebut akan digunakan Model 4-D (*four D Model*) yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1974) yang terdiri dari empat tahap, yaitu: (1) pendefinisian (*define*), (2) perencanaan (*design*), (3) pengembangan (*develop*) (4) pendesiminasian (*disseminate*). Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa 1) hasil validasi untuk semua perangkat pembelajaran (silabus, RPP, Bahan Ajar THB Siswa dan LKS) tergolong dalam kategori baik dan layak digunakan untuk proses pembelajaran; 2) Keterlaksanaan pembelajaran yang berbasis *virtual* laboratorium sudah terlaksana dengan sangat baik yang ditunjukkan dengan persentase rata-rata keterlaksanaan pembelajaran baik pada pertemuan 1 dan pertemuan 2 yaitu sebesar 95% (sangat baik) sedangkan rata-rata keterlaksanaan pembelajaran baik pada pertemuan 1 dan pertemuan 2 yang menerapkan pembelajaran konvensional sebesar 65% (kurang baik). Selain itu respon siswa terhadap pembelajaran berbasis *virtual* laboratorium dengan rata-rata kriteria yang diperoleh yaitu setuju dan sangat setuju yaitu 85,58% (kategori baik). Hal ini berarti bahwa perangkat pembelajaran berbasis *Virtual Laboratory* praktis digunakan; 3) kemajuan hasil belajar siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas control, 95% siswa tuntas dalam mengikuti pembelajaran yang berbasis *Virtual Laboratory*. Aktivitas siswa pada kelas yang menerapkan pembelajaran berbasis *Virtual Laboratory* mencapai 82,8% sedangkan kelas yang menerapkan pembelajaran konvensional hanya mencapai 78,6%. Hal ini berarti bahwa perangkat pembelajaran yang berbasis *virtual laboratory* secara procedural efektif untuk diterapkan

Berdasarkan hal tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran yang berbasis *Virtual Laboratory* valid, paraktis dan efektif digunakan dalam pembelajaran fisika

**Kata kunci:** Perangkat Pembelajaran, *Virtual laboratory*.

## PRAKATA

Puji syukur yang tiada henti senantiasa tercurahkan kepada sang pencipta dan pemilik semesta alam, atas berkat rahmat dan izin-nyalah akhirnya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan penelitian ini yang berjudul ***“Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Virtual Laboratory Pada Mata Pelajaran Fisika Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA Negeri 1 Gorontalo ”***. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan penelitian ini masih banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan penelitian ini. Dalam pelaksanaan penelitian ini, banyak hambatan maupun kesulitan yang ditemui, namun berkat rahmat dan petunjuk-Nyalah hambatan dan kesulitan tersebut dapat penulis lalui dengan baik. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis merasa sangat bersyukur kepada Allah SWT atas segala kemudahan yang telah diberikan.

Akhir kata, kami selaku peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini

Peneliti

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model 4D	3
2.2 <i>Virtual laboratory</i>	5
2.3 Studi Pendahuluan	6
BAB 3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	
3.1 Tujuan Penelitian	8
3.1 Manfaat Penelitian	8
BAB 4. METODE PENELITIAN	
4.1. Lokasi Penelitian	9
4.2. Subjek Penelitian	9
4.3. Jenis penelitian	9
4.4. Instrumen Penelitian	9
4.5. Langkah-langkah Pengumpulan Data	11
4.6. Teknik Analisis Data	12
4.7. Luaran dan Indikator	12
BAB 5. HASIL YANG DICAPAI	
5.1. Validitas	13
5.2. Kepraktisan	14
5.3. Keefektifan	16
BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	20
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1. Kesimpulan	21
7.2. Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	23
Lampiran 1. Sertifikat HKI	
Lampiran 2. Jurnal Nasional yg publikasi	
Lampiran 3. Sertifikat Publikasi Seminar Internasional	
Lampiran 4. Buku Ajar (ISBN : 978-602-6204-21-9)	
Lampiran 5. Produk Penelitian	

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Langkah-Langkah Kegiatan Penelitian	11
Tabel 4.2. Teknik Analisis Data Penelitian	12
Tabel 5.1. Rata-rata Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran	13

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran 4 D	4
Gambar 5.2. Persentase Respon Siswa Terhadap Pembelajaran Berbasis <i>Virtual</i> Laboratorium	14
Gambar 5.3. Diagram Rata-rata Persentasi Keterlaksanaan Pembelajaran	15
Gambar 5.4. Grafik Persentase Aktivitas Siswa Pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	16
Gambar 5.5. Diagram Kemajuan Hasil Belajar Siswa Tiap Ranah Kognitif Pada Kelas Eksperimen Dan Kelas Kontrol	17
Gambar 5.6. Diagram Daftar Distribusi Frekuensi Perolehan Hasil Belajar Siswa Yang Menerapkan Pembelajaran Berbasis <i>Virtual Laboratory</i>	18
Gambar 5.7. Diagram Daftar Distribusi Frekuensi Perolehan Hasil Belajar Siswa Yang Menerapkan Pembelajaran Konvensional	18

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. HKI	24
Lampiran 2 Artikel Ilmiah	37
Lampiran 3. Sertifikat Publikasi Seminar Internasional	47
Lampiran 4. Bahan Ajar (ISBN : 978-602-6204-21-9)	48
Lampiran 3. Produk Penelitian (Perangkat Pembelajaran)	71

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Fisika merupakan ilmu yang mempelajari sesuatu yang konkret dan dibuktikan secara matematis dengan menggunakan rumus-rumus persamaan yang didukung dengan sebuah penelitian atau percobaan. Percobaan untuk membuktikan fenomena fisika seringkali dilaksanakan di laboratorium, namun keterbatasan alat peraga dan fasilitas laboratorium selalu menjadi penghalang dalam melakukan percobaan di laboratorium. Selain itu, karakteristik materi fisika seperti materi yang bersifat abstrak dan tidak dapat teramati secara kasat mata sehingga percobaan fisika tidak dapat dilakukan secara nyata di laboratorium.

Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara dengan salah seorang guru yang berada di sekolah SMA Negeri 1 Gorontalo, dalam melaksanakan proses pembelajaran Fisika khususnya pada kelas XI guru jarang melibatkan siswa pada kegiatan percobaan dan pengamatan langsung. Hal ini dikarenakan oleh sebagian besar alat yang terdapat pada laboratorium tidak dapat berfungsi dengan baik, minimnya ketersediaan alat-alat laboratorium, serta terdapat beberapa materi fisika yang tidak bisa dipraktikkan secara langsung. Hal ini menyebabkan pembelajaran yang dirasakan oleh siswa sering tidaklah bermakna, sehingga hasil belajar siswa untuk mata pelajaran fisika selalu rendah.

Mengatasi hal tersebut, maka diperlukan kreativitas guru dalam menciptakan suasana pembelajaran yang tidak jauh berbeda dengan eksperimen yang dilakukan di laboratorium (nyata), diantaranya adalah *Virtual Laboratory*. Menurut Swandi dkk (2014: 21), *Virtual Laboratory* merupakan suatu pembelajaran yang memanfaatkan komputer untuk mensimulasikan sesuatu yang rumit, abstrak, dan kasat mata serta mengganti perangkat percobaan yang mahal dan terlalu berbahaya sehingga pengguna seakan-akan berada pada laboratorium sebenarnya. Melalui penggunaan *Virtual Laboratory* diharapkan siswa akan memahami konsep yang diajarkan, sehingga pembelajaran dapat berlangsung secara efektif dan efisien.

Berdasarkan uraian di atas, penulis termotivasi untuk mengkaji suatu penelitian yang berjudul “PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS *VIRTUAL LABORATORY* PADA MATA PELAJARAN FISIKA DALAM MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA SMA Negeri 1 GORONTALO”

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kualitas perangkat pembelajaran berbasis *Virtual Labortory* yang dikembangkan pada mata pelajaran fisika dalam meningkatkan hasil belajar siswa? Untuk melihat bagaimana kualitas perangkat pembelajaran yang dikembangkan, maka timbul beberapa pertanyaan sebagai berikut:
  - a. Bagaimana validitas perangkat pembelajaran berbasis *Virtual Labortory* yang dikembangkan?
  - b. Bagaimana kepraktisan perangkat pembelajaran berbasis *Virtual Labortory* yang dikembangkan?
  - c. Bagaimana keefektikan perangkat pembelajaran berbasis *Virtual Labortory* yang dikembangkan?
2. Bagaimana implementasi pembelajaran berbasis *Virtual Labortory* Pada Mata Pelajaran Fisika dalam meningkatkan hasil belajar siswa di SMA Negeri 1 Gorontalo?
3. Bagaimana gambaran hasil pembelajaran berbasis *Virtual Labortory* Pada Mata Pelajaran Fisika dalam meningkatkan hasil belajar siswa di SMA Negeri 1 Gorontalo?

## **BAB II. STUDI PUSTAKA**

### **2.1 Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model 4-D**

Perangkat adalah alat bahan atau media yang digunakan dalam suatu proses kegiatan atau aktivitas, sedangkan pembelajaran suatu proses kegiatan belajar mengajar yang dilaksanakan oleh guru dan siswa di lingkungan sekolah atau kelas. Komponen perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan dalam penelitian ini, yaitu Silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Bahan ajar (Buku Siswa), Lembar Kegiatan Siswa (LKS), dan Tes Keterampilan Proses Sains.

#### **a. Silabus**

Silabus adalah rencana pembelajaran pada suatu kelompok mata pelajaran tertentu dengan tema tertentu yang didalamnya mencakup identitas sekolah, kompetensi umum, kompetensi khusus, materi pokok pelajaran, kegiatan pembelajaran, indicator pencapaian kompetensi, penilaian keterampilan proses sains siswa, alokasi waktu, dan sumber belajar.(Trianto, 2010:96)

#### **b. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)**

Menurut Permendikbud Nomor 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana kegiatan pembelajaran tatap muka untuk satu pertemuan atau lebih. RPP dikembangkan dari silabus untuk mengarahkan kegiatan pembelajaran siswa dalam upaya mencapai Kompetensi Dasar.

#### **c. Bahan Ajar (Buku Siswa)**

Bahan Ajar atau learning material, merupakan materi ajar yang dikemas sebagai bahan untuk disajikan dalam proses pembelajaran. Bahan pembelajaran dalam penyajiannya berupa deskripsi yakni berisi tentang fakta-fakta dan prinsip-prinsip, norma yakni berkaitan dengan aturan, nilai dan sikap, serta seperangkat tindakan/keterampilan motorik.

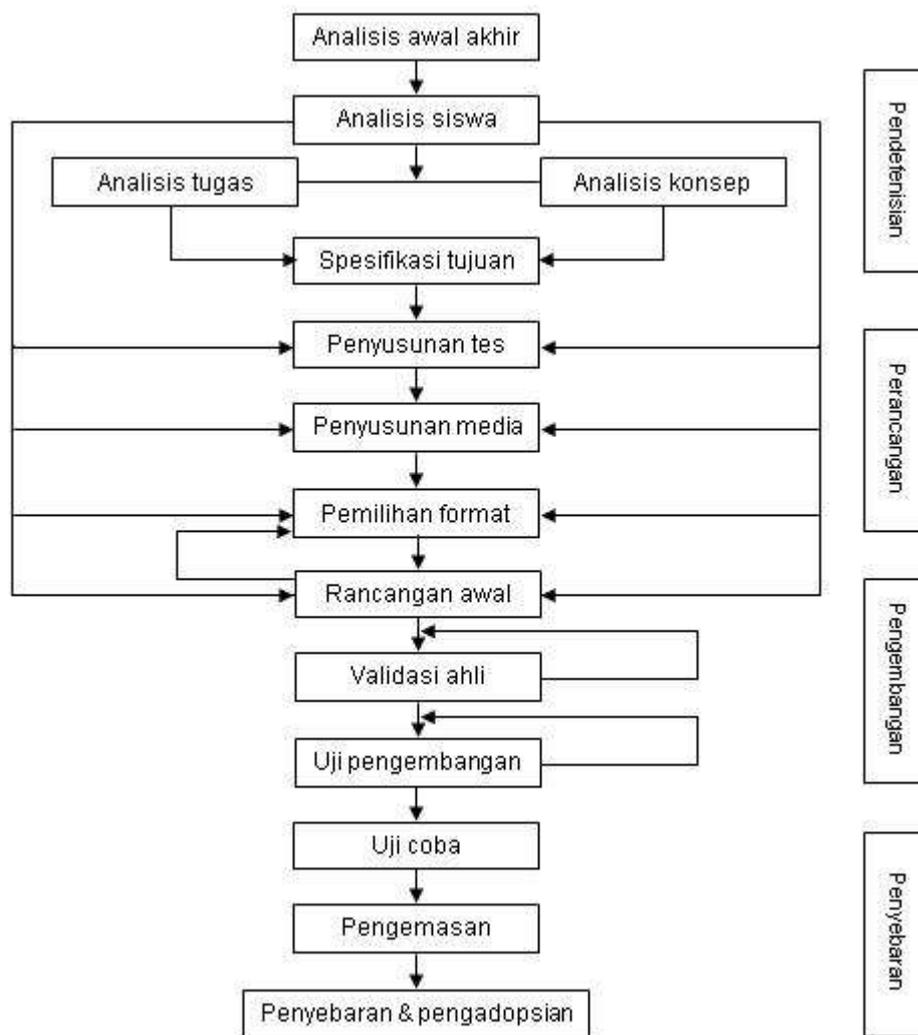
#### **d. Lembar Kegiatan Siswa (LKS)**

Menurut Trianto (2010:113) LKS (Lembar Kegiatan Siswa) adalah panduan Siswa yang digunakan dalam melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah. Lembar kegiatan siswa biasanya berupa petunjuk, langkah-langkah dalam menyelesaikan suatu tugas yang berpatokan pada Kompetensi Dasar yang akan dicapainya.

e. Tes Hasil Belajar

Menurut (Majid, 2007:195), Tes adalah alat penilaian guru yang diberikan pada siswa yang harus dijawab atau dikerjakan oleh siswa. Tes digunakan untuk memperoleh informasi sejauh mana ketuntasan TP yang telah dirumuskan dapat tercapai.

Pengembangan perangkat pembelajaran dalam kegiatan ini menggunakan model pengembangan perangkat seperti yang disarankan oleh Thiagarajan, dkk (1974; 6) dengan model 4-D, seperti pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 2.1. Diagram Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran 4 D

## 2.2. Virtual Laboratory

Laboratorium terbagi menjadi dua yaitu laboratorium nyata (riil) dan *laboratorium virtual*. Laboratorium nyata merupakan sebuah ruang atau tempat yang dilengkapi dengan alat-alat atau bahan-bahan yang nyata untuk dieksperimenkan secara nyata, sedangkan *laboratorium virtual* merupakan alternative lain jika laboratorium nyata tidak bisa dijalankan atau terlalu beresiko.

Secara umum *laboratorium virtual* (*virtual-Lab*) merupakan salah satu perkembangan teknologi informasi yang berfungsi untuk mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium atau mengatasi kegiatan eksperimen yang terlalu beresiko. Selain itu karakteristik materi fisika yang melibatkan proses dan konsep abstrak yang tidak dapat teramati secara kasat mata dapat dijelaskan melalui *virtual laboratory*. *Virtual-Lab* ini berupa sistem perangkat lunak komputer yang digunakan untuk mensimulasikan efek atau fenomena dalam pembelajaran yang tidak bisa hanya dijelaskan secara lisan dimana *virtual laboratory* mengubah fungsi-fungsi dari laboratorium nyata dan kemudian dilaksanakan pada komputer.

Menurut Zubaer Yusuf (2013) bahwa *Lab-Vir* dapat didefinisikan sebagai serangkaian program komputer yang dapat memvisualisasikan fenomena yang abstrak atau percobaan yang rumit dilakukan di laboratorium nyata, sehingga dapat meningkatkan aktivitas belajar dalam upaya mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan dalam pemecahan masalah. Pemanfaatan media *laboratorium virtual* bukan untuk menggantikan peran laboratorium yang sebenarnya (laboratorium riil), namun sebagai alternatif solusi pelengkap atas ketidaklengkapan fasilitas dan peralatan laboratorium riil di sekolah-sekolah (Nur Hidayatur Rochmah, Madlazim; 2013, 162 – 166).

Dalam pembelajaran fisika ada berbagai macam media simulasi virtual yang ditawarkan salah satunya adalah Virtual Labortory (*Physic Education Technology*). Menurut Sondaang dkk (2014: 111) Virtual Labortory Simulations digunakan karena menyediakan berbagai model praktikum sains khususnya fisika dimana siswa diajak untuk melakukan praktikum seperti di laboratorium sebenarnya. Simulasi Virtual Labortory menekankan hubungan antara fenomena kehidupan nyata dengan ilmu yang mendasari, mendukung pendekatan interaktif dan konstruktivis, memberikan umpan balik, dan menyediakan tempat kerja kreatif.

Nurhayati dkk (2014: 3) Virtual Labortory adalah salah satu media komputasi yang menyediakan animasi dimana dalam media ini suatu materi yang bersifat abstrak dan tidak dapat dijelaskan secara langsung dapat ditampilkan sehingga siswa lebih mudah memahami materi yang disajikan.

Virtual Labortory didesain khusus oleh para ahli dengan tujuan memberikan kepada para pengajar/guru fisika dalam menyampaikan materi pembelajaran. Selain bertujuan untuk memudahkan guru-guru fisika dalam menyampaikan materi, Virtual Labortory juga berfungsi untuk memudahkan siswa memahami materi khususnya materi-materi yang berkaitan dengan alam nyata dan perlu dipraktikkan di laboratorium, seperti pegas, cermin dan bayangan, gerak planet, difraksi dan refleksi dan lain-lain. Virtual Labortory member kemudahan kepada guru- guru untuk menghindari percobaan berat yang memerlukan alat-alat yang serba mahal dan sulit untuk didapatkan. Virtual Labortory juga member kemudahan karena hanya menggunakan komputer sebagai alat utama yang digunakan dengan menggunakan master program utama adalah Virtual Labortory itu sendiri. Hal ini dapat memotivasi siswa untuk meningkatkan perhatian dan membuat mereka terlibat dalam pengalaman pembelajaran yang menyenangkan dan bermakna.

### **2.3. Studi Pendahuluan**

Menurut penelitian Prihatiningtyas dkk (2013; 18 – 22) dengan judul Implementasi Simulasi Virtual Labortory dan Kit Sederhana Untuk Mengajarkan Keterampilan Psikomotor Siswa Pada Pokok Bahasan Alat Optik bahwa “pembelajaran dengan menggunakan simulasi Virtual Labortory membuat siswa tertarik dan semangat melakukan praktikum sehingga menuntaskan hasil belajar siswa. Penggunaan simulasi Virtual Labortory mempunyai pengaruh besar pada keterampilan psikomotor siswa, siswa cenderung lebih termotivasi jika mereka belajar dengan mengaplikasikan langsung ilmu yang mereka peroleh dengan memanfaatkan simulasi Virtual Labortory . Secara keseluruhan, siswa memberikan respons positif terhadap pembelajaran. Respons positif ini menunjukkan bahwa siswa antusias dengan pembelajaran yang disajikan. Sehingga disimpulkan bahwa implementasi simulasi Virtual Labortory dan KIT sederhana untuk mengajarkan keterampilan psikomotor siswa pada pokok bahasan alat optik dapat menuntaskan hasil belajar psimotor siswa.

Selain itu, menurut Haipan Salam, dkk dengan judul penelitian Pembelajaran Berbasis Virtual Laboratory Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Pada Materi Listrik Dinamis berpendapat bahwa (1) pembelajaran berbasis virtual lab dapat meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa pada topik listrik dinamis. Rata-rata perolehan gain ternormalisasi (*N-Gain*) yang menggambarkan peningkatan hasil belajar adalah sebesar 0,23 dengan *N-Gain* tertinggi 0,45; dan *N-Gain* terendah 0,07; sehingga rentang *N-Gain* antara 0,45–0,07 dan berada pada kategori rendah, (2) metoda pembelajaran virtual lab dapat dijadikan alternatif untuk mengatasi keterbatasan peralatan praktikum, (3) mahasiswa memberikan respon baik terhadap pembelajaran berbasis *virtual lab*.

## BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

### 3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis *Virtual Labortory* yang valid, praktis, dan efektif pada mata pelajaran fisika dalam meningkatkan hasil belajar siswa, yang dapat menghasilkan:
  - a) RPP dengan menggunakan model pembelajaran berbasis *Virtual Labortory* Pada Mata Pelajaran Fisika dalam meningkatkan hasil belajar siswa.
  - b) Bahan Ajar dengan menggunakan model pembelajaran berbasis *Virtual Labortory* Pada Mata Pelajaran Fisika dalam meningkatkan hasil belajar siswa.
  - c) Lembar Kerja Siswa menggunakan model pembelajaran berbasis *Virtual Labortory* Pada Mata Pelajaran Fisika dalam meningkatkan hasil belajar siswa.
  - d) Tes dengan menggunakan model pembelajaran berbasis *Virtual Labortory* Pada Mata Pelajaran Fisika dalam meningkatkan hasil belajar siswa.
2. Mengimplementasi pembelajaran berbasis *Virtual Labortory* Pada Mata Pelajaran Fisika dalam meningkatkan hasil belajar siswa di SMA Negeri 1 Gorontalo.
3. Mendapatkan gambaran hasil pembelajaran berbasis *Virtual Labortory* Pada Mata Pelajaran Fisika dalam meningkatkan hasil belajar siswa di SMA Negeri 1 Gorontalo.

### 3.2 Manfaat Penelitian

Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *Virtual Labortory* khususnya pada materi bunyi terhadap hasil belajar siswa diharapkan dapat memberikan manfaat :

1. Meningkatkan kualitas pembelajaran Fisika di sekolah melalui perangkat Pembelajaran Berbasis *Virtual Labortory*
2. Menghasilkan Perangkat pembelajaran yang valid, praktis dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran
3. Memberikan solusi bahwa melalui perangkat Pembelajaran Berbasis *Virtual Labortory* dapat mengoptimalkan keaktifan dan hasil belajar siswa.

## **BAB 4. METODE PENELITIAN**

### **4.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian ini akan dilaksanakan untuk tahun pertama di SMA Negeri 1 Gorontalo dengan waktu pelaksanaan yaitu pada bulan Februari 2016-Oktober 2016.

### **4.2. Subjek Penelitian**

Dalam penelitian ini yang menjadi subyek penelitian adalah Siswa kelas XI SMA Negeri 1 Kota Gorontalo pada semester ganjil tahun pelajaran 2016.

### **4.3. Jenis penelitian**

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian pengembangan, karena melalui penelitian ini akan dikembangkan model pembelajaran yang meliputi perangkat pembelajaran pada mata pelajaran Fisika. Adapun rancangan pengembangan perangkat yang digunakan adalah model pengembangan *4-D* yang dikembangkan oleh Thiagarajan, Semmel dan Semmel (1974) yang terdiri dari empat tahap sebagai berikut.

a. Tahap Pendefinisian(*define*)

Tujuan tahap ini adalah menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat yang dibutuhkan dalam pembelajaran.

b. Tahap Perancangan(*design*)

Pada tahap ini akan disusun perangkat pembelajaran mata pelajaran fisika di Jurusan Pend. Fisika dengan mengembangkan model pembelajaran berbasis Virtual Laboratory.

c. Tahap Pengembangan (*develop*)

Pada tahap ini kegiatan dilanjutkan dengan validasi perangkat pembelajaran oleh pakar, revisi 1, uji coba terbatas, revisi uji coba dan implementasi model. Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran dan instrumen yang baik.

d. Tahap Penyebaran (*desseminate*)

Pada tahap ini kegiatan yang dilaksanakan yaitu penggunaan perangkat yang telah dikembangkan pada skala yang lebih luas.

### **4.4. Instrumen Penelitian**

Instrumen yang dikembangkan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lembar validasi perangkat pembelajaran

Lembar validasi perangkat diisi oleh 2 orang pakar pendidikan untuk menguji kevalidan dan kelayakan perangkat pembelajaran yang telah disusun. Lembar validasi meliputi lembar validasi RPP, Lembar validasi buku ajar, lembar validasi LKS dan lembar validasi tes hasil belajar.

2. Lembar pengamatan keterlaksanaan rencana pelaksanaan pembelajaran

Lembar keterlaksanaan rencana pembelajaran untuk menilai pelaksanaan pembelajaran fisika melalui penerapan model pembelajaran berbasis *Virtual Laboratory*.

3. Lembar pengamatan aktivitas siswa

Lembar pengamatan aktivitas siswa untuk menilai aktivitas siswa selama proses pembelajaran dengan menerapkan model pembelajaran berbasis *Virtual Laboratory*.

4. Lembar penilaian hasil belajar (Tes Hasil Belajar)

Lembar penilaian tes hasil belajar disusun berdasarkan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai. Penilaian ini dilakukan untuk memperoleh informasi sejauhmana ketuntasan hasil belajar siswa dan ketuntasan tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan.

5. Angket

Angket dibuat dengan tujuan memperoleh tanggapan dari siswa terhadap model pembelajaran yang diterapkan guru selama proses pembelajaran. Angket ini berhubungan dengan minat dan motivasi siswa selama mengikuti proses pembelajaran.

#### 4.5. Langkah-langkah Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan instrumen sebagaimana telah diuraikan sebelumnya. Adapun langkah-langkah penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1. Langkah-Langkah Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Produk
1	Penyusunan Perangkat dengan menggunakan model pembelajaran berbasis <i>Virtual</i>	Telaah teori dan model-model pembelajaran yang berbasis <i>Virtual Laboratory</i> pada berbagai rujukan (buku, journal, internet, hasil penelitian, dan good practic)	Draft Perangkat pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran <i>Virtual Laboratory</i> pada mata pelajaran fisika.
2	Uji Ahli	Perangkat pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran berbasis <i>Virtual Laboratory</i> pada mata pelajaran fisika diuji melalui penilaian ahli.	Perangkat pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran berbasis <i>Virtual Laboratory</i> pada mata pelajaran fisika, valid secara teoretik
3.	Ujicoba 1	Melaksanakan ujicoba terbatas pada beberapa kelas XI SMK Gotong Royong dan SMA Negeri 1 Gorontalo	Analisis penggunaan Perangkat pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran berbasis <i>Virtual Laboratory</i> pada mata pelajaran fisika.
4.	Revisi model berdasarkan hasil ujicoba 1	Melaksanakan revisi berdasarkan hasil uji coba 1	Perangkat pembelajaran yang berbasis <i>Virtual Laboratory</i> pada mata pelajaran fisika yang valid, praktis & efektif.
5.	Implementasi model	Melaksanakan pengujian melalui penelitian jenis eksperimen	Perangkat pembelajaran yang berbasis <i>Virtual Laboratory</i> pada mata pelajaran fisika yang valid, praktis & efektif
6.	Penyebaran (desiminasi)	Melakukan workshop pembelajaran berbasis <i>Virtual Laboratory</i> kepada guru-guru dan siswa kelas XI yang ada pada sekolah SMA Negeri 1 Gorontalo	Perangkat pembelajaran yang berbasis <i>Virtual Laboratory</i> pada mata pelajaran fisika yang valid, praktis dan efektif yang berupa silabus, RPP, Bahan Ajar, LKS dan THB siswa.

#### 4.6. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dimulai dengan analisis hasil validasi sampai dengan analisis implementasi model seperti yang terdapat pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Teknik Analisis Data Penelitian

Teknik Analisis Data														
Kevalidan	Kepraktisan	Keefektivan												
<p>Validitas perangkat pembelajaran diperoleh dari validasi oleh para ahli/ validator. Validasi ini dilakukan oleh 2 orang validtor, hasil telaah oleh 2 orang validator akan diperoleh kesimpulan. Analisis validasi perangkat pembelajaran menggunakan nilai rata-rata sebagai berikut :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rentang persentase</th> <th>Kategori</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>81% - 100%</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>61% - 80%</td> <td>Baik</td> </tr> <tr> <td>41% - 60%</td> <td>Cukup</td> </tr> <tr> <td>21% - 40%</td> <td>Kurang</td> </tr> <tr> <td>0% - 20%</td> <td>KS</td> </tr> </tbody> </table>	Rentang persentase	Kategori	81% - 100%	SB	61% - 80%	Baik	41% - 60%	Cukup	21% - 40%	Kurang	0% - 20%	KS	<p>1. Angket respon peserta didik Data hasil angket respon peserta didik dianalisis dengan mempresentasikan hasil jawaban peserta didik dengan kategori : SS : Sangat Setuju S : Setuju RR : Ragu-ragu TS : Tidak Setuju STS :Sangat Tidak Setuju</p> <p>2. Keterlaksanaan pembelajaran Keterlaksanaan pembelajaran seluruh aspek pembelajaran dianalisis menggunakan rumus : % Keterlaksanaan = <math>\frac{\text{banyak langkah yang terlaksana}}{\text{banyaknya langkah yang direncanakan}} \times 100 \%</math></p>	<p>1. Tes Hasil Belajar Data THB dapat dianalisis dengan menggunakan rumus : Ketuntasan Individual = <math>\frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 \%</math></p> <p>2. Aktivitas peserta didik. Aktivitas peserta didik saat mengikuti proses pembelajaran dapat dianalisis menggunakan rumus : % Aktivitas peserta didik = <math>\frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100 \%</math></p>
Rentang persentase	Kategori													
81% - 100%	SB													
61% - 80%	Baik													
41% - 60%	Cukup													
21% - 40%	Kurang													
0% - 20%	KS													

#### 4.7. Luaran dan Indikator

Pada tahun pertama akan dilaksanakan penyusunan perangkat pembelajaran, uji validasi dan ujicoba 1 terhadap perangkat pembelajaran yang telah disusun, sehingga pada tahun pertama ini **luaran** yang akan dihasilkan adalah 1) perangkat pembelajaran dengan menerapkan model pembelajaran berbasis *Virtual Laboratory* yang valid, praktis dan efektif dan telah diujicoba di sekolah SMA Negeri 1 Gorontalo, dengan **indikator** sebagai berikut: Silabus dan SAP, Buku Ajar, Lembar Kerja Siswa, dan tes hasil belajar; 2) Submid Jurnal Nasional terakreditasi, dan 3) Publikasi Seminar Internasional

## BAB 5. HASIL YANG DICAPAI

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan pengembangan perangkat pembelajaran berbasis simulasi *Virtual Labortory* yang valid, praktis, dan efektif. Kualitas perangkat pembelajaran harus memenuhi aspek validitas, kepraktisan dan keefektifan. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan berupa silabus, RPP, bahan ajar, LKPD, dan instrumen penilaian kognitif (THB), dan keterampilan. Perangkat pembelajaran tersebut kemudian di uji coba di kelas XI SMAN 1 Gorontalo.

### 5.1. Validitas

Perangkat pembelajaran berbasis simulasi *Virtual Labortory* yang telah dikembangkan sebelumnya, divalidasi oleh 2 orang validator. Validasi perangkat pembelajaran ini memuat beberapa parameter penilaian yakni dari segi konstruksi, isi dan bahasa, keterbacaan dan penampilan. Hasil Validasi yang diperoleh berupa saran kualitatif serta lembar penilaian. Data yang diperoleh adalah rata-rata total skor dari hasil validasi (silabus, RPP, LKS, Bahan ajar, THB dan angket) dari para validator seperti yang terlampir pada tabel 5.1 berikut.

**Tabel 5.1. Rata-rata Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran**

No	Perangkat Pembelajaran	Kategori Penilaian	Layak /tidak
1	Silabus	Sangat Baik	Layak
2	RPP	Sangat Baik	Layak
3	LKS	Sangat Baik	Layak
4	Bahan Ajar	Sangat Baik	Layak
5	THB	Baik	Layak
6	Angket	Baik	Layak

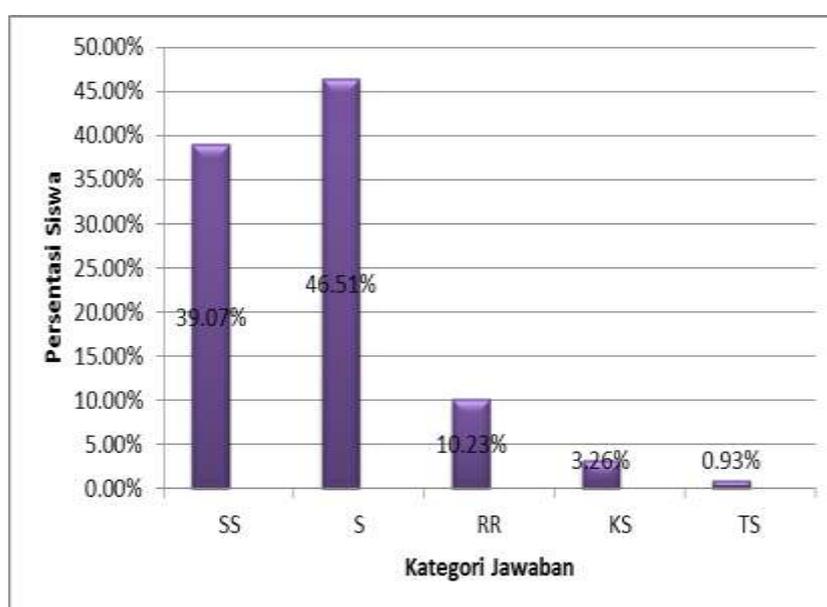
Tabel 5.1 menunjukkan bahwa hasil validasi untuk THB dan lembar angket respon siswa tergolong dalam kategori baik. Hal ini disebabkan karena masih ada revisi kecil yang harus dilakukan oleh peneliti yang terdapat pada bagian bentuk pernyataan dan kalimat yang digunakan. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka dapat disimpulkan keseluruhan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan valid dan layak untuk digunakan pada proses pembelajaran.

## 5.2. Kepraktisan

Kepraktisan perangkat pembelajaran didasarkan pada angket respon siswa serta keterlaksanaan pembelajaran. Berikut ini hasil analisis respon siswa dan keterlaksanaan pembelajaran:

### 5.2.1. Hasil Respon Siswa

Dalam penelitian ini selain menggunakan lembar observasi untuk menilai aktivitas siswa, peneliti juga menggunakan angket untuk mengetahui minat siswa terhadap pembelajaran fisika pada materi bunyi dengan menggunakan media simulasi *Virtual Laboratory*. Berikut hasil respon siswa setelah menerapkan pembelajaran berbasis *virtual laboratory* diperoleh melalui angket seperti yang terlihat pada gambar 5.2 berikut ini:



**Gambar 5.2. Persentase Respon Siswa Terhadap Pembelajaran Berbasis *Virtual Laboratorium***

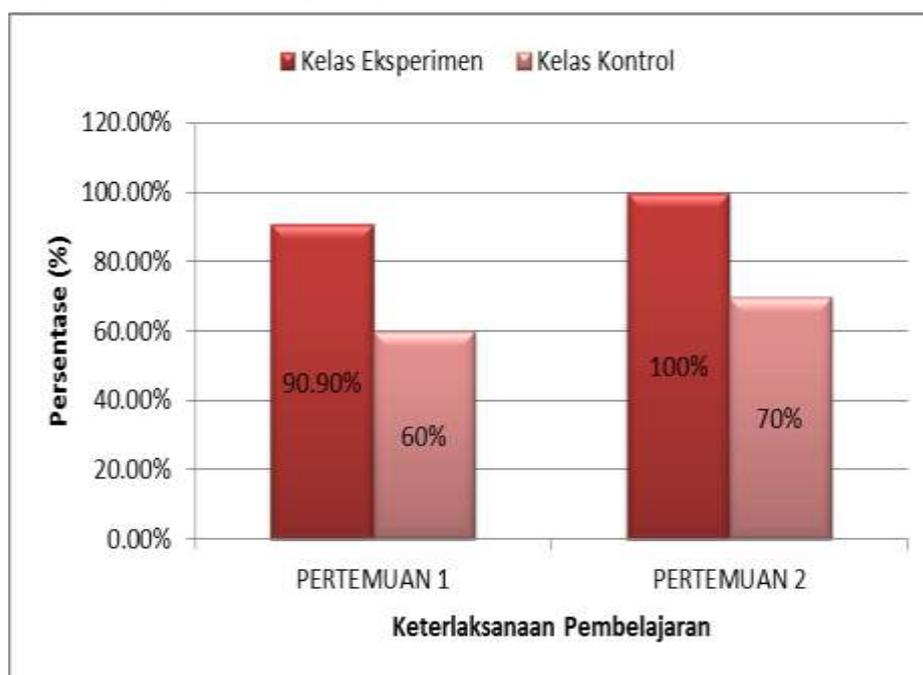
Pada gambar 5.2, terlihat bahwa respon siswa terhadap pembelajaran berbasis virtual laboratorium dengan rata-rata kriteria yang diperoleh yaitu setuju dan sangat setuju yaitu 85,58% tergolong dalam kategori baik.

Berdasarkan data yang diperoleh pada keterlaksanaan dan respon siswa terhadap pembelajaran berbasis *virtual* laboratorium yang berada dalam kategori baik dan sangat baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran yang berbasis *virtual* laboratorium praktis diterapkan pada pembelajaran fisika SMA khususnya pada materi bunyi, Siswa sangat termotivasi dalam mengikuti pembelajaran yang diberikan oleh guru. Hal ini sejalan dengan pendapat Tatli & Ayas (2012 hlm 185) yang mengatakan bahwa

bahwa *Virtual-Lab* sebagai faktor pendukung untuk memperkaya pengalaman dan memotivasi siswa untuk melakukan percobaan secara interaktif dan mengembangkan aktivitas keterampilan bereksperimen. Kegiatan eksperimen dapat memperbaiki keterampilan berpikir kreatif siswa dan meningkatkan penguasaan konsep fisika siswa serta memberi kesempatan kepada siswa untuk berlatih metode ilmiah (Hermansyah dkk *et all* 2015 hlm 2).

### 5.2.2. Keterlaksanaan Pembelajaran

Keterlaksanaan pembelajaran oleh peneliti ini diamati oleh pengamat selama dua kali pertemuan yang terdiri dari 22 aspek keterlaksanaan. Adapun aspek keterlaksanaan pembelajaran ini disesuaikan dengan sintaks pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis simulasi *Virtual Laboratory* yang terdapat pada RPP. Rangkaian kegiatan tersebut meliputi kegiatan pendahuluan, inti dan penutup. Data keterlaksanaan pembelajaran ini diperoleh melalui lembar observasi pengamatan keterlaksanaan pembelajaran yang diisi oleh pengamat seperti yang terlampir pada gambar 5.3 berikut ini:



**Gambar 5.3. Diagram Rata-rata Persentasi Keterlaksanaan Pembelajaran**

Berdasarkan gambar 5.3 di atas, terlihat bahwa keterlaksanaan pembelajaran yang berbasis *virtual* laboratorium sudah terlaksana dengan sangat baik yang ditunjukkan dengan persentase rata-rata keterlaksanaan pembelajaran baik pada pertemuan 1 dan pertemuan 2 yaitu sebesar 95% (sangat baik) sedangkan rata-rata keterlaksanaan pembelajaran baik pada pertemuan 1 dan pertemuan 2 yang tidak menerapkan

pembelajaran berbasis *virtual* laboratorium sebesar 65% (kurang baik). Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Nur Hidayatur Rochmah, Madlazim (2013, hlm 165) bahwa “keterlaksanaan pembelajaran fisika menggunakan perangkat pembelajaran yang bersinergi dengan media *lab. virtual Virtual Labortory* yang telah dikembangkan secara keseluruhan dapat berjalan dengan baik dan efektif”. Selain itu berdasarkan hasil penelitian Aisyah Azis dan Irfan Yusuf (2013, hlm 41) menunjukkan bahwa “pembelajaran yang telah dilakukan mampu mengaktifkan peserta didik. Terhadap penerapan media *Lab-Vir* pada mata pelajaran Fisika, siswa mempunyai persepsi sebagai media yang efektif dan efisien dalam penggunaan maupun pengembangan media pembelajaran, siswa mudah menjalankan simulasi yang terdapat pada media *Lab-Vir*, tertarik dengan tampilan simulasi media pembelajaran *Lab-Vir*, senang belajar dengan bantuan media *Lab-Vir*, dan mudah memahami materi pelajaran dengan menggunakan media *Lab-Vir*. Percobaan *virtual* dilakukan dengan alasan keterbatasan alat, pertimbangan waktu, materi pelajaran yang abstrak, dan pertimbangan bahaya yang dapat ditimbulkan jika dilakukan percobaan nyata di laboratorium”.

### 5.3. Keefektifan

Keefektifan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan didasarkan pada aktivitas siswa dan hasil belajar siswa.

#### 5.3.1. Aktivitas Peserta didik

Berdasarkan data hasil pengamatan, diperoleh persentasi aktivitas peserta didik yang ditunjukkan pada gambar 5.4 berikut.



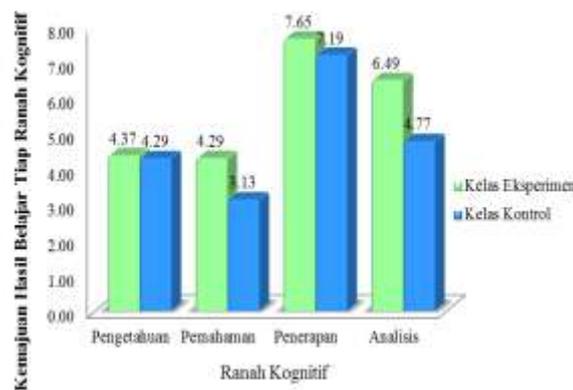
Gambar 5.4. Grafik Persentase Aktivitas Siswa Pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Berdasarkan gambar 5.4, terlihat bahwa aktivitas siswa pada kelas yang menerapkan pembelajaran berbasis *Virtual Laboratory* lebih tinggi (82,8%) dibandingkan dengan kelas yang menerapkan pembelajaran konvensional (78,6%). Hal ini disebabkan karena, siswa pada kelas yang menerapkan pembelajaran berbasis *Virtual Laboratory* lebih aktif dibandingkan dengan siswa yang menerapkan pembelajaran konvensional.

### 5.3.2. Hasil Belajar Siswa

Data hasil belajar siswa yang dianalisis dalam penelitian ini terdiri dari dua kelompok yakni kelas eksperimen yaitu kelompok siswa yang diterapkan pembelajaran berbasis *virtual laboratory* dan kelas kontrol yaitu kelompok siswa yang dibelajarkan menggunakan model konvensional. Tes hasil belajar ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana keberhasilan pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan melihat skor rata-rata hasil belajar siswa.

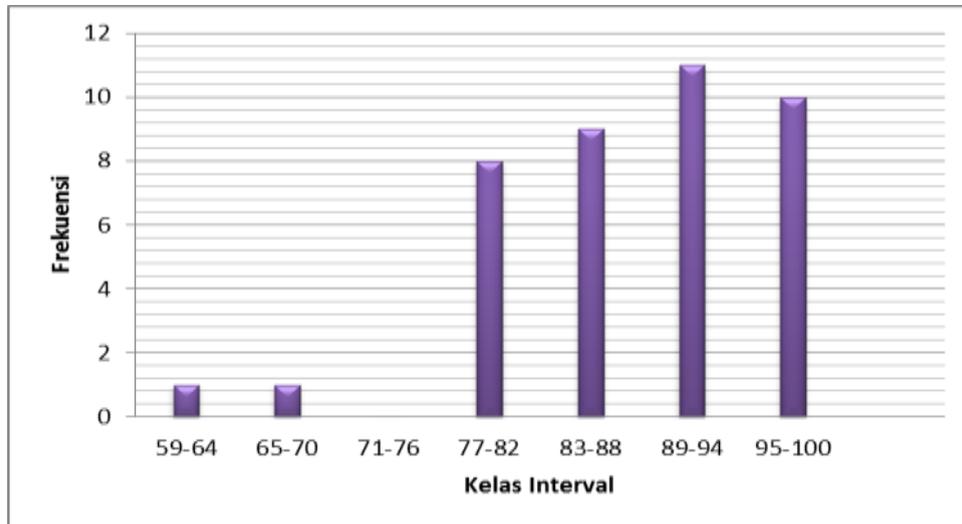
Persentase kemajuan hasil belajar siswa tiap ranah kognitif pada kelas eksperimen dan kelas kontrol seperti tergambar pada gambar 3 berikut ini.



**Gambar 5.5. Diagram Kemajuan Hasil Belajar Siswa Tiap Ranah Kognitif Pada Kelas Eksperimen Dan Kelas Kontrol**

Dari hasil tes hasil belajar diperoleh skor rata-rata untuk kelas eksperimen untuk *pre-tes* 12,41 atau 20,34 dan untuk *post-tes* 53,12 atau rata-rata perolehan nilai yaitu 87,08, sedangkan untuk kelas kontrol pretest 20,32 atau 33,31 dan untuk posttest 42,74. atau rata-rata perolehan nilai yaitu 70,06. Data tersebut menunjukkan bahwa kemajuan hasil belajar siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol dimana kemajuan rata-rata hasil belajar siswa kelas eksperimen yaitu 40,71 atau 71.2 dan kelas kontrol 20, 41 atau 34,02.

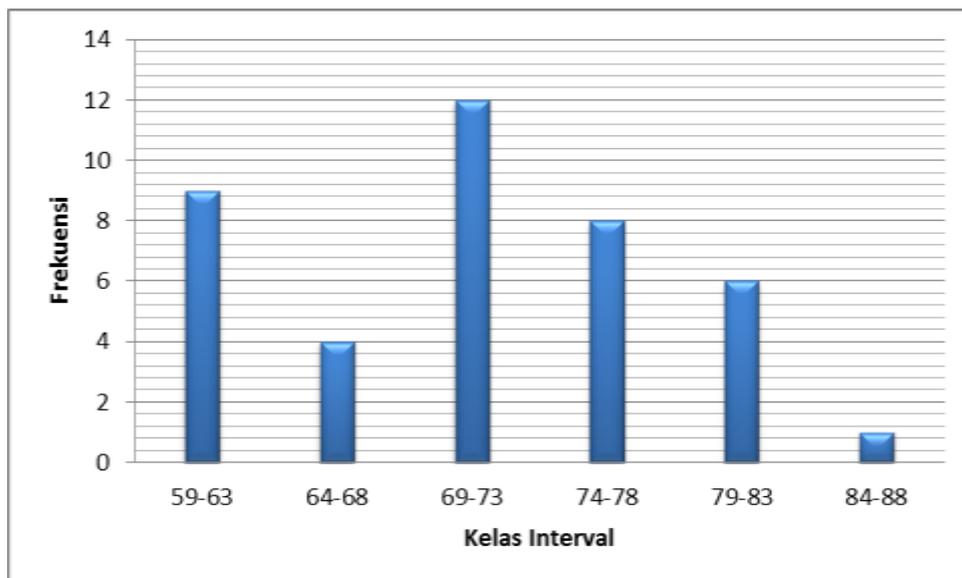
Daftar distribusi frekuensi perolehan hasil belajar siswa yang menerapkan pembelajaran berbasis *Virtual Laboratory* (kelas eksperimen) dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut ini.



Gambar 5.6. Diagram Daftar Distribusi Frekuensi Perolehan Hasil Belajar Siswa Yang Menerapkan Pembelajaran Berbasis *Virtual Laboratory*

Berdasarkan Gambar 5.6 di atas, terlihat bahwa 95% siswa tuntas dalam mengikuti pembelajaran yang berbasis *Virtual Laboratory*.

Daftar distribusi frekuensi perolehan hasil belajar siswa pada kelas kontrol yang menerapkan pembelajaran yang berbasis konvensional dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut ini.



Gambar 5.7. Diagram Daftar Distribusi Frekuensi Perolehan Hasil Belajar Siswa Yang Menerapkan Pembelajaran Konvensional

Gambar 5.7 di atas menunjukkan bahwa 32,5% siswa tuntas dalam mengikuti pembelajaran Konvensional. Hal ini disebabkan karena dalam pembelajaran siswa hanya pasif. Pembelajaran lebih banyak didominasi oleh guru, sehingga sebagian besar siswa (67,5%) tidak memahami pelajaran yang disampaikan oleh guru, akibatnya banyak siswa yang tidak tuntas dalam mengikuti pelajaran khususnya pada materi gelombang bunyi.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan uji  $t$  dua sampel independen pada taraf 0,05 diperoleh  $t_{hit} (8,26) > t_{tabel}(2,32)$  yang berarti bahwa terdapat perbedaan antara hasil belajar siswa yang dibelajarkan menggunakan perangkat pembelajaran berbasis *virtual laboratory* (kelas eksperimen) dengan hasil belajar siswa yang berbasis real experiment (kelas control), yang berarti bahwa hasil belajar siswa kelas eksperimen menerapkan perangkat pembelajaran berbasis *virtual laboratory* yang telah dikembangkan lebih baik dari hasil belajar siswa kelas kontrol yang tidak menerapkan perangkat pembelajaran berbasis *virtual laboratory*. Menurut Epinur (2014, hlm 22), dengan *virtual* laboratorium memungkinkan siswa melakukan eksperimen seolah-olah menghadapi peralatan laboratorium nyata, sehingga tujuan pembelajaran fisika yang diharapkan akan tercapai dengan biaya yang lebih murah dan waktu yang lebih singkat.

Berdasarkan hal tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran yang berbasis *virtual laboratory* secara procedural efektif untuk diterapkan sehingga dapat memperbaiki kualitas hasil belajar siswa.

## **BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA**

Laporan penelitian ini secara umum telah memuat secara keseluruhan data-data hasil penelitian yang telah dilakukan serta hasil analisis data dari data penelitian yang diperoleh untuk menggambarkan kesimpulan dari penelitian ini. Setelah melakukan penelitian tahap 1 ini, peneliti merencanakan tahapan penelitian berikutnya yaitu menyusun kembali proposal penelitian untuk tahun ke dua, dimana pada tahun kedua ini akan dilakukan diseminasi hasil penelitian pada sekolah tingkat SMA lainnya dengan **luaran** yang akan dihasilkan adalah :1) Silabus dan SAP, Buku Ajar, Lembar Kerja Siswa dan Tes hasil belajar Siswa; 2) Pemateri dalam seminar nasional atau internasional; 3) Jurnal pendidikan yang terakreditasi dengan alamat Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan dengan ISSN: 1410-4725. Penerbit Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang bekerja sama dengan perkumpulan Pendidikan IPA Indonesia (JPPI); 4) Buku Ajar (HKI); dan 5) Jurnal Internasional

## BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN

### 7.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Perangkat pembelajaran yang dihasilkan berupa silabus, rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), bahan ajar, lembar kegiatan siswa (LKS), dan THB siswa memenuhi kualitas valid, praktis dan efektif, yang dapat diuraikan sebagai berikut:
  - Kevalidan perangkat pembelajaran diperoleh melalui hasil validasi dari beberapa ahli. Berdasarkan hasil validasi terhadap perangkat pembelajaran yang berupa silabus, rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), bahan ajar, lembar kegiatan siswa (LKS), dan THB diperoleh bahwa keseluruhan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan valid dan layak untuk digunakan pada proses pembelajaran.
  - Perangkat pembelajaran yang berbasis *virtual* laboratorium praktis diterapkan pada pembelajaran fisika SMA khususnya pada materi bunyi. Persentase rata-rata keterlaksanaan pembelajaran baik pada pertemuan 1 dan pertemuan 2 yaitu sebesar 95% dan rata-rata respon siswa terhadap pembelajaran berbasis virtual laboratorium mencapai 85,58% tergolong dalam kategori baik
  - Perangkat pembelajaran yang berbasis *virtual laboratory* efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika khususnya pada materi bunyi. Hal ini ditunjukkan dengan rata-rata distribusi frekuensi perolehan hasil belajar siswa mencapai 95% siswa tuntas dalam mengikuti pembelajaran yang berbasis *Virtual Laboratory*.
2. Perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan sudah diimplementasikan dengan baik pada siswa SMA Negeri 1 Gorontalo dan hal ini mendapatka respon yang baik dari peserta didik yang diterapkan dengan pembelajaran tersebut.
3. Perangkat pembelajaran yang berbasis *Virtual Laboratory* dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Hal ini terlihat dari hasil tes belajar diperoleh skor rata-rata untuk *pre-tes* 12,41 atau 20,34 dan untuk *post-tes* 53,12 atau rata-rata perolehan nilai yaitu 87,08.

### 7.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan, yaitu: (1) Perlu adanya kontrol yang baik dari guru dalam mengatur waktu pelaksanaan kegiatan pembelajaran yang berbasis *virtual laboratory* sehingga materi pembelajaran

dapat terlaksana dengan baik; (2) Perlu adanya pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *virtual laboratory* di tingkat SMA dengan materi atau pokok bahasan yang lain agar pembelajaran yang dirasakan oleh siswa akan lebih bermakna.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, Ntobuo. 2015. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Riset Jurusan Fisika Universitas Negeri Gorontalo*. Penelitian Hibah Bersaing.
- Madlazim, dkk. (2013). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Yang Bersinergi Dengan Media Lab *Virtual Virtual Laboratory* Pada Materi Sub Pokok Bahasan Fluida Bergerak Di Man 2 Gresik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika* Vol. 02 No. 03 Tahun 2013, 162 – 166. (Diakses pada tanggal 20 April 2016)
- Mulyatingsih. 2010. *Pengembangan Model-Model Pembelajaran*. Surabaya.
- Thiagarajan, S, Semmel D.S. & Sannel, M.J Sivasailam. 1974. *Instructional Development For Training Teacher of Exceptional Children a Sourcebook*. Minnepoli. Indiana University.
- Salam, H, dkk. (2010). Pembelajaran Berbasis *Virtual Laboratory* Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Pada Materi Listrik Dinamis. *Proceedings of The 4th International Conference on Teacher Education; Join Conference UPI & UPSI Bandung, Indonesia, 8-10 November 2010*. (Diakses pada tanggal 20 April 2016)
- Zubaer, Y. 2013. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Media Laboratorium Virtual Pada Materi Dualisme Gelombang Partikel Di SMA Tut Wuri Handayani Makassar. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia (JPII)* 2 (2) (2013) 189-194. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpii>. (Diakses pada tanggal 20 April 2016)
- S. Prihatiningtyas, dkk. 2013. Implementasi Simulasi Virtual Laboratory dan Kit Sederhana Untuk Mengajarkan Keterampilan Psikomotor Siswa Pada Pokok Bahasan Alat Optik. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia (JPII)* JPII 2 (1) (2013) 18-22. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpii>. (Diakses pada tanggal 4 Mei 2016)
- Swandi, Ahmad., Hidayah, N. Siti., 2014. *Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual untuk Mengatasi Miskonsepsi pada Materi Fisika Inti di SMA 1 Binamu, Jeneponto*. *Jurnal fisika Indonesia* No : 52, Vol XVIII, edisi April 2014 (diakses, 30 februari 2016) <http://pdm-mipa.ugm.ac.id>
- Sondang, N., Nengah M., & Chandra E. 2014. *Pengaruh Kemampuan Inkuiri Terhadap Hasil Belajar Fisika Berbantuan Virtual Laboratory*. *jurnal Pendidikan Fisika FKIP Unila*. (diakses, 23 januari 2016). <http://jurnal.fkip.unila.ac.id>
- Nurhayati. Fadilah, Syarifah., Mutmainah. *Penerapan Metode Demonstrasi Berbantu Media Animasi Software Virtual Laboratory Terhadap Hasil Belajar Siswa Dalam Materi Listrik Dinamis Kelas X Madrasah Aliyah Negeri 1 Pontianak*. *Jurnal pendidikan fisika dan aplikasinya (JPFA)* Vol 4 No 2. ISSN: 2087-9946 (diakses, 3 februari 2016)

# Lampiran 1

## HKI



REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

**SURAT PENCATATAN CIPTAAN**

Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta yaitu Undang-Undang tentang perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra (tidak melindungi hak kekayaan intelektual lainnya), dengan ini menerangkan bahwa hal-hal tersebut di bawah ini telah tercatat dalam Daftar Umum Ciptaan:

- I. Nomor dan tanggal permohonan : EC00201703681, 22 September 2017
- II. Pencipta  
Nama : Nova Elysia Ntobuo, S.Pd., M.Pd  
Alamat : Jl. Pinang Tengah Blok B No. 7 Kel. Pulubala Kec Kota Tengah, Gorontalo, GORONTALO, 96128  
Kewarganegaraan : Indonesia
- III. Pemegang Hak Cipta  
Nama : Tirtawaty Abdjul, S.Pd., M.Pd  
Alamat : Jl. Pangeran Hidayat Kelurahan Liluwo Kec Kota Tengah, Gorontalo, GORONTALO, 96128  
Kewarganegaraan : Indonesia
- IV. Jenis Ciptaan : Karya Tulis (Artikel)
- V. Judul Ciptaan : **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS VIRTUAL LABORATORY PADA MATA PELAJARAN FISIKA DALAM MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA SMA NEGERI 1 GORONTALO**
- VI. Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 22 September 2017, di Gorontalo
- VII. Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
- VIII. Nomor pencatatan : 03719

Pencatatan Ciptaan atau produk Hak Terkait dalam Daftar Umum Ciptaan bukan merupakan pengesahan atas isi, arti, maksud, atau bentuk dari Ciptaan atau produk Hak Terkait yang dicatat. Menteri tidak bertanggung jawab atas isi, arti, maksud, atau bentuk dari Ciptaan atau produk Hak Terkait yang terdaftar. (Pasal 72 dan Penjelasan Pasal 72 Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta)

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
REPUBLIK INDONESIA  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL  
u.b.  
DIREKTUR HAK CIPTA DAN DESAIN INDUSTRI

Dr. Dra. Erni Widhyastari, Apt., M.Si.  
NIP. 196003181991032001

**PENERAPAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS *VIRTUAL*  
LABORATORY MELALUI SIMULASI *PhET* TERHADAP HASIL  
BELAJAR SISWA SMA NEGERI 1 GORONTALO**

**Tirtawaty Abdjul, M.Pd<sup>1</sup>, Nova E. Ntobuo, M.Pd<sup>2</sup>, Citron Payu, M.Pd<sup>3</sup>  
Universitas Negeri Gorontalo**

**ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan hasil belajar siswa pada pelajaran fisika yang dibelajarkan dengan media pembelajaran berbasis *virtual lab*. melalui simulasi *PhET* dan model pembelajaran konvensional dengan menggunakan media power point. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu dengan desain penelitian *Posttest Only Control Group Design*. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI SMA Negeri 1 Gorontalo tahun pelajaran 2016/2017 dan sampel penelitian diambil 2 kelas dengan cara tehnik cluster simple random sampling. Data yang terkait dianalisis dengan uji t independen. Dari hasil analisis data diperoleh hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan menggunakan media pembelajaran berbasis *virtual lab*. melalui simulasi *PhET* lebih tinggi daripada model pembelajaran konvensional yang menggunakan media power point.

**Kata kunci: Media Pembelajaran *PhET*, Hasil Belajar**

## PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi (IPTEK) dan informasi mengakibatkan perubahan di berbagai bidang kehidupan. Perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, informasi dan sosial budaya memberikan tantangan yang cukup berat bagi suatu negara dan individu. Perkembangan IPTEK menuntut setiap individu untuk selalu kreatif dan aktif dalam mengembangkan aspek kehidupannya karena setiap individu memiliki potensi untuk berkembang.

Pada saat ini para pendidik sudah mulai mendapatkan akses untuk menggunakan berbagai macam teknologi guna meningkatkan efektifitas proses belajar dan mengajar. Komputer sebagai salah satu produk teknologi dinilai tepat digunakan sebagai alat bantu pengajaran. Berbagai macam pendekatan instruksional yang dikemas dalam bentuk program pengajaran berbantuan komputer atau CAI (Computer-Assisted Instruction) seperti: drill and practice, simulasi, tutorial dan permainan bisa diperoleh lewat komputer. Simulasi mengenai lingkungan nyata (virtual reality) yang dibuat oleh komputer, dan pengguna dapat berinteraksi dengan hasil yang

menampakan isi dari kenyataan lingkungan disebut kenyataan virtual (Virtual Reality). VR merupakan suatu format interaksi manusia komputer di mana suatu lingkungan nyata atau khayal disimulasikan dan para pemakai dapat berhubungan dan menggerakkan dunia itu. Dalam lingkungan virtual yang paling berhasil, para pemakai merasakan bahwa mereka sungguh hadir di dunia yang disimulasikan dan bahwa pengalaman mereka didalam dunia virtual sebanding dengan apa yang akan mereka alami pada lingkungan sebenarnya.

Pembelajaran fisika merupakan salah satu subsistem yang tidak luput dari arus perubahan yang disebabkan oleh kehadiran teknologi informasi dan komunikasi (TIK) yang sangat intrusif: Dengan segala atributnya, TIK menjadi hal yang tidak dapat dihindarkan lagi dalam sistem pembelajaran di kelas. Beragam kemungkinan ditawarkan oleh TIK untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika di kelas, di antaranya ialah (1) peningkatan dan pengembangan kemampuan profesional guru, (2) sebagai sumber belajar dalam pembelajaran, (3) sebagai alat bantu interaksi pembelajaran. dan (4) sebagai wadah pembelajaran, termasuk juga

perubahan paradigma pembelajaran yang diakibatkan oleh pemanfaatan TIK dalam pembelajaran.

Dalam pembelajaran ilmu fisika, sebagian besar memerlukan media peraga atau alat penunjang dan alat-alat praktikum untuk memudahkan pemahaman materi tersebut terutama untuk materi yang berhubungan dengan fenomena-fenomena alam. Di satu sisi, eksperimen merupakan salah satu metode yang biasa digunakan untuk memudahkan pemahaman, tetapi dalam kenyataannya metode ini masih mendapatkan beberapa kendala diantaranya keterbatasan waktu yang tersedia dan peralatan laboratorium yang kurang lengkap, sehingga proses pembelajaran Fisika yang berlangsung selama ini masih didominasi oleh model pembelajaran konvensional, yaitu dengan model pembelajaran langsung dengan metode ceramah dan demonstrasi yang membuat siswa mudah bosan dan kurang tertarik pada pelajaran fisika. Sehingga hal ini membuat guru sangat jarang melakukan eksperimen padahal eksperimen sangat penting untuk memperkuat teori demi meningkatkan kualitas pembelajaran dimana eksperimen bertujuan memberi kesempatan siswa untuk mengalami

atau melakukan sendiri, mengikuti suatu proses, mengamati suatu obyek, keadaan atau proses sesuatu.

Berdasarkan hasil observasi peneliti melalui wawancara dengan guru dan beberapa siswa di SMA Negeri 1 Gorontalo yang menyatakan bahwa beberapa bahan eksperimen sulit dijangkau, terlebih sebgaiain peralatan laboratorium yang tersedia sudah mengalami kerusakan sehingga memberikan hasil pengukuran yang kurang akurat dan hasilnya tidak dapat digunakan untuk membangun konsep/teori sebagaimana yang seharusnya sehingga mengakibatkan siswa cenderung hanya menghafal rumus tanpa menguasai konsep. Selain itu, tidak semua eksperimen dapat dilakukan secara nyata di laboratorium, karena karakteristik materi fisika itu sendiri melibatkan proses dan konsep abstrak yang tidak dapat teramati secara kasat mata sehingga diperlukan ide kreatif dari guru untuk memafaatkan media sebagai penunjang pembelajaran untuk mengatasi masalah tersebut.

Sherwood dalam Manurung (2010) menyatakan bahwa perkembangan teknologi informasi memberikan kesempatan untuk membangun dan menggunakan *virtual*

*laboratory* sebagai salah satu alternatif untuk mengatasi masalah-masalah tersebut. *Virtual laboratory* adalah eksperimen yang menggunakan simulasi pembelajaran (software) dan komputer dalam menjalankan fungsi-fungsi penting laboratorium sebagaimana layaknya eksperimen biasa (real experiment). Simulasi yang paling cocok digunakan dalam pembelajaran fisika adalah simulasi *PhET*. Beberapa keunggulan pemanfaatan *virtual laboratory* dengan simulasi *PhET* dalam pembelajaran fisika antara lain sebagai berikut; Pertama, mempermudah siswa dalam memperoleh informasi dan mempermudah guru dalam menyampaikan permasalahan yang kontekstual kepada siswa. Kedua, dapat meningkatkan kepercayaan diri, keterampilan dan pengetahuan siswa untuk memecahkan permasalahan, menjadi pemikir dan pembelajar yang independen. Ketiga, dapat dilihat secara visual dan dinamis sehingga merupakan model mental yang kaya informasi sehingga memudahkan siswa dalam memahami konsep, terutama konsep-konsep yang bersifat abstrak dan bersifat proses.

Pembelajaran dengan *virtual laboratory* menggunakan simulasi

*PhET* menganut pandangan konstruktivis yang memegang beberapa prinsip sebagai berikut. (1) pengetahuan dibangun sendiri oleh siswa, baik secara individu maupun secara sosial (berkelompok), (2) pengetahuan tidak dapat dipindahkan dari guru ke siswa, kecuali dengan keaktifan siswa menalar, (3) siswa aktif mengkonstruksi pengetahuannya terus menerus sehingga selalu terjadi perubahan konsep ilmiah, dan (4) guru berperan sebagai mediator, motivator dan fasilitator yang menyediakan sarana dan situasi yang memungkinkan proses konstruksi pengetahuan siswa berjalan dengan baik, sebagaimana yang dinyatakan oleh Suparno (dalam buku Trianto, 2009: 26). Sehingga dengan demikian diharapkan media ini dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Yang mana menurut Sudjana (2006:22) hasil belajar adalah kemampuan-kemampuan yang dimiliki oleh siswa setelah menerima pengalaman belajarnya. Yang mana berdasarkan penelitian Cengiz di Turki (2010:1) "*Result of this study showed that virtual laboratory applications made positive effects on students' achievements and attitudes when compared to traditional teaching methods*" bahwa *virtual laboratory*

dengan simulasi *PhET* dapat meningkatkan prestasi siswa.

Implementasi model pembelajaran dengan *virtual laboratory* dengan simulasi *PhET* mengadopsi model pembelajaran inquiry terbimbing, dengan sintaks pembelajaran sebagai berikut; Pertama, guru mengajukan pertanyaan atau permasalahan dalam bentuk lembar kerja siswa (LKS). Kedua, siswa mengajukan hipotesis atau jawaban sementara yang akan diuji kebenarannya dengan data yang diperoleh dari simulasi *PhET*. Ketiga, mengumpulkan data dengan cara melakukan simulasi *PhET* secara berkelompok. Keempat, menganalisis data hasil simulasi *PhET* dan melakukan pengujian hipotesis yang telah diajukan sebelumnya sehingga siswa dapat menjelaskan penolakan/penerimaan hipotesis sesuai dengan proses penemuan (inquiry) yang telah dilakukannya bersama kelompok. Kelima, membuat kesimpulan berdasarkan experiment virtual yang telah dilakukan.

Berdasarkan paparan diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran

Berbasis *PhET* Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Bunyi”

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di kelas XI SMA Negeri 1 Gorontalo di Kota Gorontalo. Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih tiga bulan, pada semester genap tahun ajaran 2016/2017.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen semu karena penelitian ini bertujuan untuk melihat perbedaan hasil belajar fisika antara siswa yang belajar menggunakan model pembelajaran dengan menggunakan simulasi *PhET* dan siswa yang belajar menggunakan model pembelajaran konvensional menggunakan *power point* pada pelajaran fisika khususnya pada materi bunyi kelas XI SMA Negeri 1 Gorontalo.

Desain penelitian ini adalah dengan rancangan *Pre Test Posttest Only Control Group Desain*, dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelas	Pree Test	Perlakuan	Post test
Kelas eksperimen	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>
Kelas kontrol	O <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>

Keterangan:

X<sub>1</sub>: Pembelajaran dengan menggunakan media *PhET*

X<sub>2</sub>: Pembelajaran menggunakan media power point

O<sub>1</sub>: *Pee Test* dan *post test* untuk kelas eksperimen

O<sub>2</sub>: *Pee Test* dan *post test* untuk kelas kontrol

(Arikunto,2010:210)

Populasi target pada penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI IPA SMA Negeri 1 Gorontalo yang tersebar di 8 kelas dengan jumlah siswa untuk setiap kelas 36 sampai dengan 43 orang. (Sumber data: Tata usaha SMA N 1 Gorontalo Tahun ajar: 2016-2017)

Penentuan sampel pada penelitian ini diambil dengan menggunakan teknik *cluster random sampling* (penarikan sampel secara berkelompok), yang diberlakukan pada 8 kelas sehingga diperoleh dua kelas sebagai sampel. Dari hasil undian terpilih kelas XI IPA 8 sebagai kelas kontrol, dan kelas XI IPA 7 sebagai kelas eksperimen.

Penelitian ini dilaksanakan selama dua kali pertemuan dengan

teknik pengumpulan data menggunakan tes. Tes dilaksanakan setelah pembelajaran. Tes ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan hasil belajar siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen setelah pembelajaran. Tes yang digunakan untuk penelitian ini adalah tes essay dengan jumlah 9 butir soal. Butir soal ini digunakan untuk tes awal (*pree-test*) kemudian diujikan lagi sebagai tes akhir (*posttest*) setelah pembelajaran selesai. Tes hasil belajar disusun berdasarkan indikator-indikator pada kompetensi dasar yang mengacu pada kurikulum 2013.

Untuk mengukur validitas tes digunakan rumus *product moment*. Soal dikatakan valid apabila  $r_{hitung} > r_{tabel}$  dan jika  $r_{hitung} < r_{tabel}$  soal tersebut tidak valid. (Arifin,2011:254).

Hasil uji validitas tes yang digunakan seperti yang terlampir pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Hasil Uji Validitas Tes

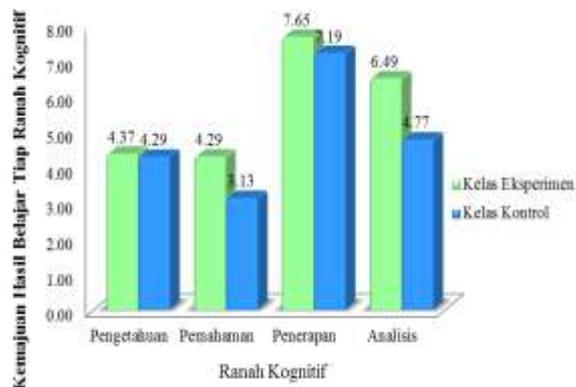
No	r <sub>hitung</sub>	r <sub>tabel</sub>	Keterangan
1	0,428		Valid
2	0,859		Valid
3	0,872		Valid
4	0,804		Valid
5	0,438	0,329	Valid
6	0,663		Valid
7	0,690		Valid
8	0,896		Valid
9	0,844		Valid

Berdasarkan tabel 3 di atas terlihat bahwa berdasarkan uji coba validitas, semua tes yang digunakan adalah valid dan dapat digunakan sebagai instrument dalam penelitian

### HASIL PENELITIAN

Data hasil belajar siswa yang dianalisis dalam penelitian ini terdiri dari dua kelompok yakni kelas eksperimen yaitu kelompok siswa yang diterapkan pembelajaran berbasis virtual *laboratory* dengan menggunakan simulasi *PheT* dan kelas kontrol yaitu kelompok siswa yang dibelajarkan menggunakan model konvensional dengan media power point. Tes hasil belajar ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana keberhasilan pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan melihat skor rata-rata hasil belajar siswa.

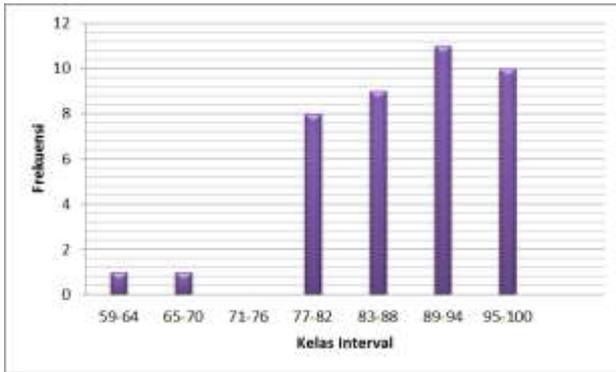
Persentase kemajuan hasil belajar siswa tiap ranah kognitif pada kelas eksperimen dan kelas kontrol seperti tergambar pada gambar 3 berikut ini.



**Gambar 3. Diagram Kemajuan Hasil Belajar Siswa Tiap Ranah Kognitif Pada Kelas Eksperimen Dan Kelas Kontrol**

Dari hasil tes hasil belajar diperoleh skor rata-rata untuk kelas eksperimen untuk *pre-tes* 12,41 atau 20,34 dan untuk *post-tes* 53,12 atau rata-rata perolehan nilai yaitu 87,08, sedangkan untuk kelas kontrol pretest 20,32 atau 33,31 dan untuk posttest 42,74. atau rata-rata perolehan nilai yaitu 70,06. Data tersebut menunjukkan bahwa kemajuan hasil belajar siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol dimana kemajuan rata-rata hasil belajar siswa kelas eksperimen yaitu 40,71 atau 71.2 dan kelas kontrol 20, 41 atau 34,02.

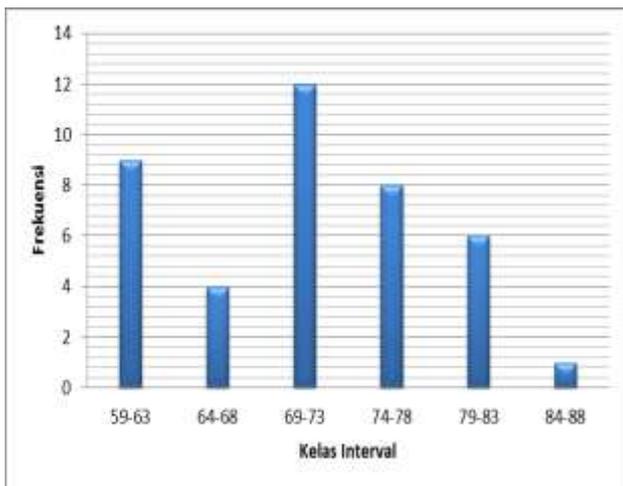
Daftar distribusi frekuensi perolehan hasil belajar siswa yang menerapkan pembelajaran berbasis *Virtual Laboratory* (kelas eksperimen) dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Diagram Daftar Distribusi Frekuensi Perolehan Hasil Belajar Siswa Yang Menerapkan Pembelajaran Berbasis *Virtual Laboratory*

Berdasarkan Gambar 4 di atas, terlihat bahwa 95% siswa tuntas dalam mengikuti pembelajaran yang berbasis *Virtual Laboratory*.

Daftar distribusi frekuensi perolehan hasil belajar siswa pada kelas kontrol yang menerapkan pembelajaran yang berbasis konvensional dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Diagram Daftar Distribusi Frekuensi Perolehan Hasil Belajar Siswa Yang Menerapkan Pembelajaran Konvensional

Gambar 5 di atas menunjukkan bahwa 32,5% siswa tuntas dalam mengikuti pembelajaran Konvensional. Hal ini disebabkan karena dalam pembelajaran siswa hanya pasif. Pembelajaran lebih banyak didominasi oleh guru, sehingga sebagian besar siswa (67,5%) tidak memahami pelajaran yang disampaikan oleh guru, akibatnya banyak siswa yang tidak tuntas dalam mengikuti pelajaran khususnya pada materi gelombang bunyi.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan uji  $t$  dua sampel independen pada taraf 0,05 diperoleh  $t_{hit}(8,26) > t_{tabel}(2,32)$  yang berarti bahwa terdapat perbedaan antara hasil belajar siswa yang dibelajarkan menggunakan perangkat pembelajaran berbasis *virtual laboratory* (kelas eksperimen) dengan hasil belajar siswa yang berbasis real experiment (kelas kontrol), yang berarti bahwa hasil belajar siswa kelas eksperimen menerapkan perangkat pembelajaran berbasis *virtual laboratory* yang telah dikembangkan lebih baik dari hasil belajar siswa kelas kontrol yang tidak menerapkan perangkat pembelajaran berbasis *virtual laboratory*. Menurut Epinur (2014, hlm 22), dengan *virtual* laboratorium

memungkinkan siswa melakukan eksperimen seolah-olah menghadapi peralatan laboratorium nyata, sehingga tujuan pembelajaran fisika yang diharapkan akan tercapai dengan biaya yang lebih murah dan waktu yang lebih singkat.

Berdasarkan hal tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran yang berbasis *virtual laboratory* secara procedural efektif untuk diterapkan sehingga dapat memperbaiki kualitas hasil belajar siswa.

Hal ini sejalan dengan pendapat Hermansyah dkk (2015:2) yang menyatakan bahwa pembelajaran menggunakan *virtual* laboratorium memiliki beberapa kelebihan yaitu (a) meningkatkan penguasaan konsep siswa; (b) Memperbaiki ketarampilan berpikir kreatif dan pemecahan masalah secara ilmiah. Menurut Epinur (2014, hlm 22), dengan *virtual* laboratorium memungkinkan siswa melakukan eksperimen seolah-olah menghadapi peralatan laboratorium nyata, sehingga tujuan pembelajaran fisika yang diharapkan akan tercapai dengan biaya yang lebih murah dan waktu yang lebih singkat.

Selain itu, menurut Riana (2011) bahwa siswa yang diajar dengan menggunakan laboratorium virtual memperoleh prestasi yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan laboratorium nyata. Penggunaan laboratorium virtual akan membantu siswa dalam memecahkan masalah dengan lebih praktis, tanpa harus khawatir adanya kesalahan-kesalahan dalam merangkai alat. Dalam laboratorium virtual, siswa hanya perlu mengoperasikan komputer dan melakukan sesuai prosedur percobaan sehingga tidak harus menuntut siswa memiliki gaya belajar kinestetik sedangkan pada laboratorium nyata siswa perlu melakukan praktikum sehingga diperlukan keahlian dalam melakukan praktikum dan dituntut memiliki *skill* awal yang lebih tinggi. Penggunaan laboratorium virtual juga dapat menarik perhatian siswa, siswa akan lebih senang dan aktif dalam menerima materi pelajaran, sehingga tidak menuntut aktivitas yang lebih tinggi dari siswa, karena aktivitas belajar bisa muncul bila ada sesuatu hal-hal yang dianggap menarik bagi siswa apalagi media yang digunakan jarang diketahui oleh siswa sedangkan pada laboratorium nyata siswa dituntut untuk

mempunyai modal pengetahuan awal tentang praktikum seperti mengetahui nama-nama alat-alat yang akan digunakan dan kerja laboratorium yang harus ekstra hati-hati sehingga siswa harus memiliki keaktifan serta *skill* atau kemampuan yang tinggi baik sendiri maupun bersama kelompoknya.

Berdasarkan hal tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa penerapan media pembelajaran berbasis *virtual laboratory* dengan simulasi *phet* dapat memperbaiki hasil belajar siswa dalam proses pembelajaran.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa perhitungan uji *t* dua sampel independen pada taraf 0,05 diperoleh  $t_{hit} (8,26) > t_{tabel}(2,32)$  yang berarti bahwa terdapat perbedaan antara hasil belajar siswa yang menerapkan media pembelajaran berbasis *virtual laboratory* melalui simulasi *PheT* dengan hasil belajar siswa yang menerapkan media pembelajaran power point (kelas control).

### **Saran**

Dalam proses pembelajaran, guru hendaknya memilih dan menggunakan media pembelajaran yang baik dan tepat

agar siswa dapat memahami konsep yang diajarkan sehingga pembelajaran yang dirasakan oleh siswa sangat bermakna.

Pembelajaran berbasis *virtual lab* dapat diaplikasikan ke dalam berbagai macam percobaan fisika, oleh karena itu metode ini sangat memungkinkan untuk digunakan di sekolah yang minim atas ketersediaan laboratorium fisika dan pembelajaran yang bersifat abstrak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Zainal. 2011. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Hermansyah, G. L & Herayanti. 2015. *Pengaruh penggunaan virtual laboratorium terhadap penguasaan konsep dan kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi getaran dan gelombang*. Jurnal pendidikan Fisika dan Teknologi Mataram Volume I, No 2, ISSN 2407-6902.
- Riana. 2011. *Pembelajaran Kimia Dengan Metode Inkuiri Terbimbing Antara Penggunaan Lab Virtual Dan Lab Nyata Ditinjau Dari Gaya Belajar Dan Aktivitas Belajar Siswa Pada SMA Batik 2 Surakarta Pada Materi Koloid TP.2009/2010*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Sudjana, Nana. 2006. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*: PT Remaja Rosdakarya, Bandung, (hal. 22)
- Supardi U.S., Dkk. *Pengaruh Media Pembelajaran Dan Minat Belajar Terhadap Hasil Belajar Fisika*. Jurnal Formatif 2(1): 71-81 ISSN: 2088-351X
- Trianto (2009). *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung : PT. Remaja. Rosdakarya
- TÜYSÜZ, Cengiz. 2010. *The Effect Of The Virtual Laboratory On Students' Achievement And Attitude In Chemistry*. ISSN: 1309-2707.

# Lampiran 2

## Artikel Ilmiah

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS *VIRTUAL LABORATORY* PADA MATA  
PELAJARAN FISIKA DALAM MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA SMA NEGERI 1  
GORONTALO”**

**Tirtawaty Abdjul, M.Pd<sup>1)</sup>, Nova Ntobuo, M.Pd<sup>2)</sup>**

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Gorontalo  
Jl. Jenderal Sudirman No. 6 Kota Gorontalo, 96128

<sup>1)</sup> E-mail: [tirtawaty@ung.ac.id](mailto:tirtawaty@ung.ac.id)  
<sup>2)</sup> E-mail: [novantobuo81@gmail.com](mailto:novantobuo81@gmail.com)

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kevalidan perangkat pembelajaran berbasis *virtual laboratory* terhadap hasil belajar siswa pada materi teori bunyi, mendeskripsikan kepraktisan perangkat pembelajaran berbasis *virtual* laboratorium terhadap hasil belajar siswa pada materi teori bunyi, dan mendeskripsikan keefektifan perangkat pembelajaran berbasis *virtual* laboratorium terhadap hasil belajar siswa pada materi Teori bunyi. Melalui penelitian ini diharapkan dapat: (1) menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis *virtual laboratory* yang berupa RPP, bahan ajar, lembar kegiatan siswa, dan tes hasil belajar; (2) meningkatkan hasil belajar siswa melalui penerapan perangkat pembelajaran yang berbasis *virtual laboratory*. Untuk mencapai target tersebut akan digunakan Model 4-D yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1974) yang terdiri dari empat tahap, yaitu: (1) *define*, (2) *design*, (3) *develop* (4) *disseminate*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan secara keseluruhan berkategori baik dan layak digunakan dalam pembelajaran fisika di SMA Negeri 1 Gorontalo; 2) keterlaksanaan perangkat pembelajaran praktis digunakan dengan peroleh dengan nilai rata-rata 95,45 (kategori sangat baik); 3) Kemajuan rata-rata hasil belajar siswa pada kelas yang menerapkan pembelajaran berbasis *virtual laboratory* yaitu 40,71 dibandingkan dengan kelas yang tidak menerapkan pembelajaran berbasis *virtual laboratory* (20, 41). Berdasarkan hal tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa semua perangkat pembelajaran valid, praktis dan efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika.

**Kata kunci:** Perangkat Pembelajaran, *Virtual laboratory*.

**“DEVELOPING LEARNING TOOL BASED ON VIRTUAL LABORATORY IN PHYSICS LEARNING TO DEVELOP STUDENTS’ LEARNING OUTCOME OF SMA NEGERI 1 GORONTALO”**

**Tirtawaty Abdjul, M.Pd<sup>1)</sup>, Nova Ntobuo, M,Pd<sup>2)</sup>**

Physics Department Science Faculty Gorontalo State University  
Jendral Sudirman Street 6 Gorontalo

<sup>1)</sup> E-mail: [tirtawaty@ung.ac.id](mailto:tirtawaty@ung.ac.id)

<sup>2)</sup> E-mail: novantobuo81@gmail.com

**Abstract**

This research was aimed to describe validity of learning tool based on virtual laboratory toward students’ learning outcomes in gas theory, describing the practice of learning tool virtual laboratory toward students’ learning outcomes in gas kinetic theory, and describing the effectiveness of learning tool based virtual laboratory toward students’ learning outcomes in sound. This research hoped that: (1) create the learning tool based virtual laboratory such as lesson plan, learning material, students’ worksheet, and learning test; (2) develop students’ learning outcome through application of learning tool based on virtual laboratory. To reach target used 4-D model that is developed by Thiagarajan (1974) consist of 4 steps: (1) define, (2) design, (3) develop, (4) disseminate). The research result showed that (1) learning tool that has developed whole, good categorized and appropriate used in Physics learning at SMA Negeri 1 Gorontalo; (2) the application of learning tool was effective used and got of average 95,45 (every good); (3) effectiveness of students’ learning outcomes to the class which was applied the learning based on virtual laboratory was 40, 71 rather than the class which was not applied learning virtual laboratory (20,41). Therefore it can concluded that all learning tool was valid, practice, and effective to be applied in Physics learning.

Key words: learning tool, virtual laboratory

## PENDAHULUAN

Fisika merupakan ilmu yang mempelajari sesuatu yang konkret dan dibuktikan secara matematis dengan menggunakan rumus-rumus persamaan yang didukung dengan sebuah penelitian atau percobaan. Percobaan untuk membuktikan fenomena fisika seringkali dilaksanakan di laboratorium, namun keterbatasan alat peraga dan fasilitas laboratorium selalu menjadi penghalang dalam melakukan percobaan di laboratorium. Selain itu, karakteristik materi fisika seperti materi yang bersifat abstrak dan tidak dapat teramati secara kasat mata sehingga percobaan fisika tidak dapat dilakukan secara nyata di laboratorium.

Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara dengan salah seorang guru yang berada di sekolah SMA Negeri 1 Gorontalo, dalam melaksanakan proses pembelajaran Fisika khususnya pada kelas XI guru jarang melibatkan siswa pada kegiatan percobaan dan pengamatan langsung. Dalam proses pembelajaran, Guru lebih menekankan pada konsep fisika dan jarang sekali menekankan pada metode ilmiah atau pengalaman langsung melalui eksperimen. Hal ini dikarenakan oleh sebagian besar alat yang terdapat pada laboratorium tidak dapat berfungsi dengan baik, minimnya ketersediaan alat-alat laboratorium, serta terdapat beberapa materi fisika yang tidak bisa dipraktikkan secara langsung. Sehingga berdasarkan hal tersebut, pembelajaran yang dirasakan oleh siswa sering tidaklah bermakna, sehingga hasil belajar sebagian besar siswa untuk mata pelajaran fisika masih rendah.

Mengatasi hal tersebut, maka diperlukan kreativitas guru dalam menciptakan suasana pembelajaran yang tidak jauh berbeda dengan eksperimen yang dilakukan di laboratorium (nyata), diantaranya adalah *Virtual Laboratory*.

Secara umum laboratorium virtual (*virtual-Lab*) merupakan salah satu perkembangan teknologi informasi yang berfungsi untuk mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium atau mengatasi kegiatan eksperimen yang terlalu beresiko.

Selain itu karakteristik materi fisika yang melibatkan proses dan konsep abstrak yang tidak dapat teramati secara kasat mata dapat dijelaskan melalui virtual laboratory. *Virtual-Lab* ini berupa sistem perangkat lunak komputer yang digunakan untuk mensimulasikan efek atau fenomena dalam pembelajaran yang tidak bisa hanya dijelaskan secara lisan dimana virtual laboratory mengubah fungsi-fungsi dari laboratorium nyata dan kemudian dilaksanakan pada komputer.

*Virtual-Lab* dapat didefinisikan sebagai serangkaian program komputer yang dapat memvisualisasikan fenomena yang abstrak atau percobaan yang rumit dilakukan di laboratorium nyata, sehingga dapat meningkatkan aktivitas belajar dalam upaya mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan dalam pemecahan masalah (Zubaer Yusuf, 2013, hlm 191)

Menurut Swandi dkk (2014 hlm. 21), *Virtual-Lab* merupakan suatu pembelajaran yang memanfaatkan komputer untuk mensimulasikan sesuatu yang rumit, abstrak, dan kasat mata serta mengganti perangkat percobaan yang mahal dan terlalu berbahaya sehingga pengguna seakan-akan berada pada laboratorium sebenarnya. Melalui penggunaan *Virtual Laboratory* diharapkan siswa akan memahami konsep yang diajarkan, sehingga pembelajaran dapat berlangsung secara efektif dan efisien.

Berdasarkan beberapa defenisi, tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa *Virtual Laboratory* adalah serangkaian program komputer yang dapat memvisualisasikan fenomena yang abstrak, dan kasat mata serta mengganti perangkat percobaan yang mahal dan terlalu berbahaya yang digunakan dalam proses pembelajaran sehingga penggunaannya seakan-akan berada pada laboratorium sebenarnya.

Tatli and Ayas (2012 hlm 185) mengatakan bahwa

*Virtual laboratories as a supportive factor to real laboratories enriches learning experiences of students and offers students to do experiment, to*

*control materials and equipment, to collect data, to perform the experiment interactively, and to prepare reports for the experiment as well as developing experimenting skills. Educational environments in which constructivist approach is adopted and implemented need to be enriched with collaborative and interactive facilities.*

Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan media laboratorium *virtual* bukan untuk menggantikan peran laboratorium yang sebenarnya, namun sebagai alternatif solusi atas ketidaklengkapan fasilitas dan peralatan laboratorium riil di sekolah-sekolah. Melalui *virtual lab*, guru dapat menjelaskan konsep abstrak yang tidak bisa dijelaskan melalui penyampaian secara verbal. Laboratorium virtual bisa menjadi tempat melakukan eksperimen yang tidak bisa dilakukan di dalam laboratorium konvensional. Pada penelitian ini, peneliti memanfaatkan simulasi interaktif media lab virtual *Virtual laboratory* yang menyerupai laboratorium riil yang menyerupai keadaan yang sebenarnya dan diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar dan minat belajar siswa.

Agar tujuan pembelajaran menggunakan media lab *virtual Virtual laboratory* dapat tercapai, maka program ini harus dirancang dalam suatu perangkat pembelajaran yang relevan. Perangkat pembelajaran (silabus, RPP, LKS, bahan ajar, Tes dan angket) yang dirancang dikembangkan berdasarkan teori pengembangan model *4D*.

Berdasarkan uraian di atas, penulis termotivasi untuk mengkaji suatu penelitian yang berjudul "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis *Virtual Laboratory* Pada Mata Pelajaran Fisika Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA Negeri 1 Gorontalo".

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimanakah validitas perangkat pembelajaran berbasis *Virtual Laboratory* terhadap hasil belajar

siswa pada materi teori bunyi?

2. Bagaimanakah kepraktisan perangkat pembelajaran berbasis *Virtual Laboratory* terhadap hasil belajar siswa pada materi teori bunyi?
3. Bagaimanakah keefektifan perangkat pembelajaran berbasis *Virtual Laboratory* terhadap hasil belajar siswa pada materi teori bunyi?

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk (1) mendeskripsikan validitas perangkat pembelajaran berbasis *virtual* laboratorium terhadap hasil belajar siswa pada materi teori bunyi, (2) mendeskripsikan kepraktisan perangkat pembelajaran berbasis *virtual* laboratorium terhadap hasil belajar siswa pada materi teori bunyi, (3) mendeskripsikan keefektifan perangkat pembelajaran berbasis *virtual* laboratorium terhadap hasil belajar siswa pada materi teori bunyi.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Gorontalo dengan subyek penelitian adalah siswa kelas XI semester ganjil tahun ajaran 2016-2017. Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian pengembangan model *4D* yang dikembangkan oleh Thiagarajan, Semmel dan Semmel (1974) yang terdiri dari empat tahap yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (Perencanaan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Produk yang dikembangkan terdiri dari perangkat pembelajaran yang berupa silabus, RPP, bahan ajar, LKS, dan THB yang berbasis *virtual* laboratorium yang sebelum diterapkan dalam pembelajaran, terlebih dahulu divalidasi oleh validator yang ahli dalam bidang tersebut. Setelah divalidasi, perangkat yang telah dihasilkan kemudian dilakukan uji coba terbatas pada 20 siswa kelas XI IPA-1 (tahap *develop*). Pada tahap *disseminate* (penyebaran) dilakukan pada 40 siswa kelas XI IPA-2 sebagai kelas eksperimen dan 40 siswa kelas XI IPA-3 sebagai kelas kontrol. Pada tahapan *Disseminate* (penyebaran) dilakukan pengujian untuk mengetahui perbedaan hasil belajar siswa antara kelas eksperimen yang menggunakan perangkat

pembelajaran yang berbasis *virtual* laboratorium dengan kelas kontrol yang menggunakan perangkat pembelajaran yang tidak menerapkan pembelajaran berbasis *virtual* laboratorium.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah (1) Lembar validasi perangkat pembelajaran, (2) Lembar validasi perangkat diisi oleh 2 orang pakar pendidikan untuk menguji kevalidan dan kelayakan perangkat pembelajaran yang telah disusun yang meliputi lembar validasi RPP, Lembar validasi buku ajar, lembar validasi LKS dan lembar validasi tes hasil belajar, (3) Lembar pengamatan keterlaksanaan rencana pelaksanaan pembelajaran, (4) Lembar pengamatan aktivitas siswa, (5) Tes Hasil Belajar, dan (6) Angket yang dibuat dengan tujuan memperoleh tanggapan dari siswa terhadap model pembelajaran yang diterapkan guru selama proses pembelajaran.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat pembelajaran berbasis simulasi *Virtual laboratory* yang telah dikembangkan sebelumnya, divalidasi oleh 2 orang validator. Validasi perangkat pembelajaran ini memuat beberapa parameter penilaian yakni dari segi konstruksi, isi dan bahasa, keterbacaan dan penampilan. Hasil Validasi yang diperoleh berupa saran kualitatif serta lembar penilaian. Data yang diperoleh adalah rata-rata total skor dari hasil validasi (silabus, RPP, LKS, Bahan ajar, THB dan angket) dari para validator seperti yang terlampir pada tabel 1 berikut.

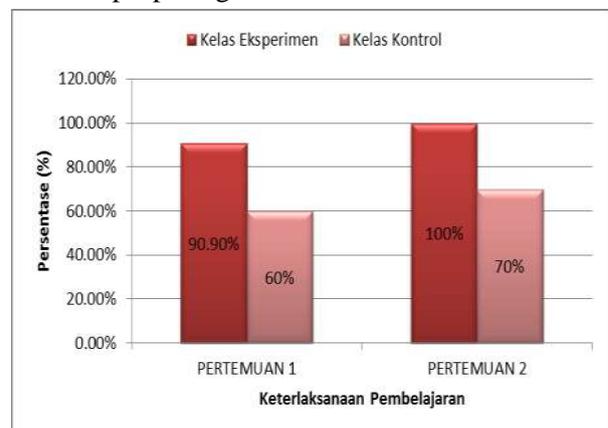
**Tabel 1. Rata-rata Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran**

No	Perangkat Pembelajaran	Kategori Penilaian	Layak /tidak
1	Silabus	Sangat Baik	Layak
2	RPP	Sangat Baik	Layak
3	LKS	Sangat Baik	Layak
4	Bahan Ajar	Sangat Baik	Layak
5	THB	Baik	Layak
6	Angket	Baik	Layak

Tabel 2.1 menunjukkan bahwa hasil validasi untuk THB dan lembar angket respon siswa tergolong dalam kategori baik. Hal ini disebabkan karena masih ada revisi

kecil yang harus dilakukan oleh peneliti yang terdapat pada bagian bentuk pernyataan dan kalimat yang digunakan. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka dapat disimpulkan keseluruhan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan valid untuk digunakan pada proses pembelajaran.

Pada ujicoba terbatas keterlaksanaan rencana pelaksanaan Pembelajaran (RPP) didasarkan pada pengelolaan KBM meliputi pendahuluan, kegiatan inti, dan penutup. Data keterlaksanaan pembelajaran ini diperoleh melalui lembar observasi pengamatan keterlaksanaan pembelajaran yang diisi oleh pengamat seperti yang terlampir pada gambar 1 berikut ini:

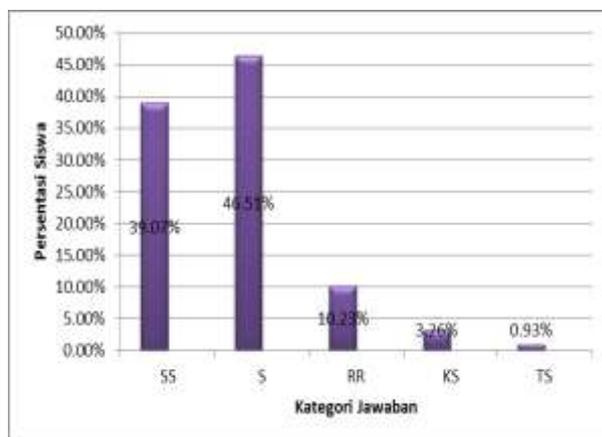


**Gambar 1. Rata-rata Persentasi Keterlaksanaan Pembelajaran**

Berdasarkan gambar 1 di atas, terlihat bahwa keterlaksanaan pembelajaran yang berbasis *virtual* laboratorium sudah terlaksana dengan sangat baik yang ditunjukkan dengan persentase rata-rata keterlaksanaan pembelajaran baik pada pertemuan 1 dan pertemuan 2 tergolong dalam kategori sangat baik sedangkan kelas yang tidak menerapkan pembelajaran berbasis *virtual* laboratorium tergolong dalam kategori kurang baik. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Nur Hidayatur Rochmah, Madlazim (2013, hlm 165) bahwa “keterlaksanaan pembelajaran fisika menggunakan perangkat pembelajaran yang bersinergi dengan media *lab. virtual Virtual laboratory* yang telah dikembangkan secara keseluruhan dapat berjalan dengan baik dan efektif”. Selain itu berdasarkan

hasil penelitian Aisyah Azis dan Irfan Yusuf (2013, hlm 41) menunjukkan bahwa “pembelajaran yang telah dilakukan mampu mengaktifkan peserta didik. Terhadap penerapan media *Lab-Vir* pada mata pelajaran Fisika, peserta didik mempunyai persepsi sebagai media yang efektif dan efisien dalam penggunaan maupun pengembangan media pembelajaran, Peserta didik mudah menjalankan simulasi yang terdapat pada media *Lab-Vir*, tertarik dengan tampilan simulasi media pembelajaran *Lab-Vir*, senang belajar dengan bantuan media *Lab-Vir*, dan mudah memahami materi pelajaran dengan menggunakan media *Lab-Vir*. Percobaan *virtual* dilakukan dengan alasan keterbatasan alat, pertimbangan waktu, materi pelajaran yang abstrak, dan pertimbangan bahaya yang dapat ditimbulkan jika dilakukan percobaan nyata di laboratorium”.

Keterlaksanaan dengan respon yang terlihat pada siswa setelah mengikuti pembelajaran. Respon siswa setelah menerapkan pembelajaran berbasis *virtual laboratory* diperoleh melalui angket seperti yang terlihat pada gambar 2 berikut ini:



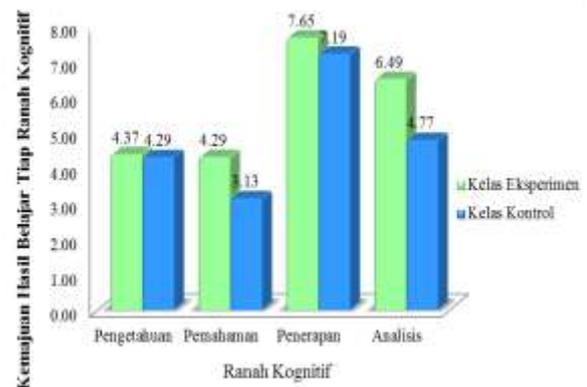
**Gambar 2. Persentase Respon Siswa Terhadap Pembelajaran Berbasis *Virtual* Laboratorium**

Pada gambar 2, terlihat bahwa respon siswa terhadap pembelajaran berbasis *virtual laboratory* dengan rata-rata kriteria yang diperoleh yaitu setuju dan sangat setuju yaitu 85,58% tergolong dalam kategori baik.

Berdasarkan data yang diperoleh pada keterlaksanaan dan respon siswa terhadap pembelajaran berbasis *virtual laboratory* yang berada dalam kategori baik dan sangat baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran yang berbasis *virtual laboratory* praktis diterapkan pada pembelajaran fisika SMA khususnya pada materi teori bunyi, Siswa sangat termotivasi dalam mengikuti pembelajaran yang diberikan oleh guru. Hal ini sejalan dengan pendapat Tatli & Ayas (2012 hlm 185) yang mengatakan bahwa *Virtual-Lab* sebagai faktor pendukung untuk memperkaya pengalaman dan memotivasi peserta didik untuk melakukan percobaan secara interaktif dan mengembangkan aktivitas keterampilan bereksperimen. Kegiatan eksperimen dapat memperbaiki keterampilan berpikir kreatif siswa dan meningkatkan penguasaan konsep fisika siswa serta memberi kesempatan kepada siswa untuk berlatih metode ilmiah (Hermansyah dkk *et all* 2015 hlm 2).

Motivasi siswa dalam mengikuti pembelajaran yang berbasis *virtual laboratory* terlihat dari kemajuan hasil belajar setelah mengikuti pembelajaran dan aktivitas siswa selama mengikuti pembelajaran.

Persentase kemajuan hasil belajar siswa tiap ranah kognitif pada kelas eksperimen dan kelas control seperti tergambar pada gambar 3 berikut ini.



**Gambar 3. Kemajuan Hasil Belajar Siswa Tiap Ranah Kognitif Pada Kelas Eksperimen Dan Kelas Kontrol**

Dari hasil tes hasil belajar diperoleh skor rata-rata untuk kelas eksperimen untuk pretes 12,41 untuk posttes 53,12. Sedangkan untuk kelas kontrol pretest 20,32 untuk posttest 42,74. Sehingga kemajuan hasil belajar siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol dimana kemajuan rata-rata hasil belajar siswa kelas eksperimen yaitu 40,71 dan kelas kontrol 20, 41.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan uji  $t$  dua sampel independen pada taraf 0,05 diperoleh  $t_{hit}$  (8,26) >  $t_{tabel}$ (2,32) yang berarti bahwa terdapat perbedaan antara hasil belajar siswa yang dibelajarkan menggunakan perangkat pembelajaran berbasis *virtual laboratory* (kelas eksperimen) dengan hasil belajar siswa yang berbasis real experiment (kelas control), yang berarti bahwa hasil belajar siswa kelas eksperimen menerapkan perangkat pembelajaran berbasis *virtual laboratory* yang telah dikembangkan lebih baik dari hasil belajar siswa kelas kontrol yang tidak menerapkan perangkat pembelajaran berbasis *virtual laboratory*. Rata-rata data aktivitas siswa dalam menerapkan perangkat pembelajaran yang berbasis *virtual laboratory* mencapai 82,86%. Hal ini sejalan dengan pendapat Hermansyah dkk (2015:2) yang menyatakan bahwa pembelajaran menggunakan *virtual laboratory* memiliki beberapa kelebihan yaitu (a) meningkatkan penguasaan konsep siswa; (b) Memperbaiki ketarampilan berpikir kreatif dan pemecahan masalah secara ilmiah. Menurut Epinur (2014, hlm 22), dengan *virtual laboratory* memungkinkan siswa melakukan eksperimen seolah-olah menghadapi peralatan laboratorium nyata, sehingga tujuan pembelajaran fisika yang diharapkan akan tercapai dengan biaya yang lebih murah dan waktu yang lebih singkat.

Berdasarkan hal tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran yang berbasis *virtual laboratory* secara procedural efektif untuk diterapkan sehingga dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dijabarkan di atas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan berupa silabus, RPP, LKS, bahan ajar, THB dan angket respon secara keseluruhan berkategori baik dan layak digunakan dalam pembelajaran fisika.

Keterlaksanaan perangkat pembelajaran yang berbasis *virtual laboratory* memperoleh nilai rata-rata 95,45 (kategori sangat baik) dan respon siswa terhadap pembelajaran berbasis *virtual laboratory* dengan rata-rata kriteria yang diperoleh yaitu setuju dan sangat setuju yaitu 85,58% tergolong dalam kategori baik yang berarti bahwa perangkat pembelajaran yang berbasis *virtual laboratory* praktis digunakan.

Kemajuan rata-rata hasil belajar siswa pada kelas yang menerapkan pembelajaran berbasis *virtual laboratory* yaitu 40,71 dibandingkan dengan kelas yang tidak menerapkan pembelajaran berbasis *virtual laboratory* (20, 41). Berdasarkan perhitungan uji  $t$  dua sampel independen pada taraf 0,05 diperoleh  $t_{hit}$  (8,26) >  $t_{tabel}$ (2,32) yang berarti bahwa terdapat perbedaan antara hasil belajar siswa yang dibelajarkan menggunakan perangkat pembelajaran berbasis *virtual laboratory* (kelas eksperimen) dengan hasil belajar siswa yang berbasis yang tidak menerapkan pembelajaran berbasis *virtual laboratory* (kelas control).

Berdasarkan hal tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa semua perangkat pembelajaran yang berupa silabus, RPP, bahan ajar, LKS, dan THB yang berbasis *virtual lab*. valid, praktis dan efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika SMA Negeri 1 Gorontalo.

### Saran

Dalam proses pembelajaran, guru hendaknya memilih dan menggunakan media pembelajaran yang baik dan tepat agar siswa dapat memahami konsep yang diajarkan sehingga pembelajaran yang dirasakan oleh siswa sangat bermakna.

Pembelajaran berbasis *virtual lab* dapat diaplikasikan ke dalam berbagai macam percobaan fisika, oleh karena itu metode ini sangat memungkinkan untuk digunakan di sekolah yang minim atas ketersediaan laboratorium fisika dan pembelajaran yang bersifat abstrak.

## Daftar Pustaka

- Azis, A. & Yusuf, I. 2013. *Aktivitas dan persepsi peserta didik dalam implementasi laboratorium virtual pada materi fisika modern di sma*. Jurnal Berkala Fisika Indonesia, Volume 5 Nomor 2: 37-42.
- Ahmad, S. Ahmad., Hidayah, & Siti, N. 2014. *Pengembangan media pembelajaran laboratorium virtual untuk mengatasi miskonsepsi pada materi fisika inti di SMA 1 binamu, Jenepono*. Jurnal fisika Indonesia No : 52, Vol XVIII, , ISSN 1410-2994 edisi April 2014 (diakses, 30 februari 2016).
- Epinur, W. S & Sanova, A. 2014. *Penerapan metode pembelajaran problem based learning (pbl) berbantuan diagram vee terhadap keterampilan proses sains pada materi termokimia berbasis virtual laboratorium*. Jurnal pendidikan Jambi 16(1):15-22.
- Hermansyah, G. L & Herayanti. 2015. *Pengaruh penggunaan virtual laboratorium terhadap penguasaan konsep dan kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi getaran dan gelombang*. Jurnal pendidikan Fisika dan Teknologi Mataram Volume I, No 2, ISSN 2407-6902.
- Nieveen, Nienke. (1999). *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Rochmah, N. H & Madlazim. 2013. *Pengembangan perangkat pembelajaran fisika yang bersinergi dengan media lab virtual virtual laboratory pada materi sub pokok bahasan fluida bergerak di man 2 gresik*. Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Vol. 02 No. 03 Tahun 2013, 162 – 166.
- Sudjana, N. & Ahmad, R. 2003. *Teknologi pengajaran*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Subaer, Y. 2013. *Pengembangan perangkat pembelajaran fisika berbasis media laboratorium virtual pada materi dualisme gelombang partikel di sma tut wuri handayani makassar*. Jurnal Pendidikan IPA Indonesia (JPPI) 2 (2) (2013) 189-194. (Diakses pada tanggal 20 April 2016).
- Thiagarajan, S, Semmel D.S. & Sammel, M.J Sivasailam. 1974. *Instructional development for training teacher of exceptional children a sourcebook*. Minnepoli. Indiana University.
- Tatli dan Ayas. 2012. *Virtual chemistry laboratory: Effect of constructivist learning environment*. Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE January 2012 ISSN 1302-6488 Volume: 13 Number: 1 Article 12. (Diakses tgl 31 Mei 2017)



# CERTIFICATE

is awarded to

**TIRTAWATY ABDJUL, S.PD, M.PD**

as

**PRESENTER**

in the 3<sup>rd</sup>

International Seminar On

## EDUCATION and TECHNOLOGY- ISET

Collaborative Graduate Schools Conference

on May 24<sup>th</sup> 2017



Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum.  
Rt.96612/01991031003



Prof. Dr. H. Achmad Slamet, M.Si.  
Rt.496105241986011001

Lampiran 4  
Buku Ajar

BAHAN AJAR ©2017

Hak Cipta dilindungi undang-undang ada pada penulis  
Hak penerbitan ada pada Penerbitan UNG Press

Cetakan I, Oktober 2017

Penulis:

Tirtawaty Abdjul  
Nova E. Ntobuo  
Citro Payu

Layout Sampul dan Isi  
Tirtawaty Abdjul

Diterbitkan oleh  
UNG Press

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

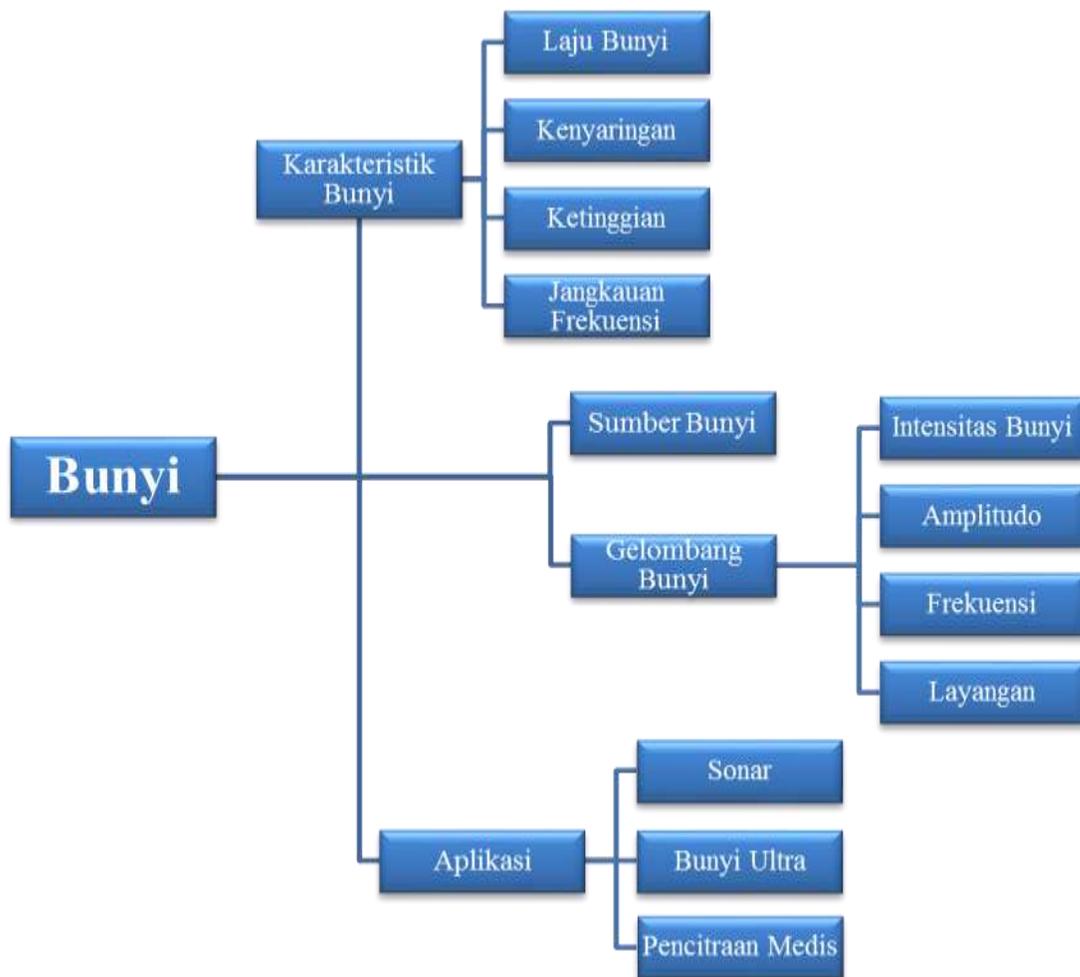
Bahan Ajar - Bunyi

Tirtawaty Abdjul - Gorontalo UNG Press 2017

i-iii, 44 hlm; 14 cm x 20 cm

ISBN : 978-602-6204-21-9

I umum I Judul



# Bunyi

**B**unyi dihubungkan dengan indra pendengaran kita, dan berarti juga dengan fisiologi telinga dan fisiologi otak yang menerjemahkan sensasi yang mencapai telinga. Istilah bunyi (*sound*) juga merujuk pada sensasi fisik yang merangsang telinga kita yaitu gelombang longitudinal.

Kita dapat membedakan tiga aspek bunyi. Pertama, pasti ada sumber bunyi dan seperti halnya dengan semua gelombang, sumber gelombang bunyi merupakan benda yang bergetar. Kedua, energy dipindahkan dari sumber dalam bentuk gelombang bunyi longitudinal. Dan ketiga, bunyi dideteksi oleh telinga atau sebuah alat.

## 1. Karakteristik bunyi

Sumber: *Dokumen Penerbit*, 2006

Gelombang bunyi merambat diudara karena getaran udaralah yang memaksa gendang telinga kita bergetar. Gelombang bunyi juga merambat dimateri lain. Dua batu yang saling menumbuk dibawah air dapat didengar oleh perenang di bawah permukaan, karena getaran dibawa ke telinga oleh air. Ketika meletakkan telinga ke tanah, anda bias mendengar kereta api atau truk yang mendekat. Pada kasus ini tanah tidak benar-benar menyentuh gendang telinga anda, tetapi gelombang longitudinal yang di transmisikan oleh tanah tetap disebut gelombang bunyi karena getarannya menyebabkan telinga luar dan dalamnya bergetar. Jelas bunyi tidak dapat merambat jika tidak ada materi. Sebagai contoh, sebuah bel yang bordering di dalam botol yang hampa udara tidak dapat didengar, deikian juga dengan bunyi yang merambat di luar angkasa.

**Tabel 1-1 laju bunyi diberbagai materi, pada suhu 20°C dan 1 atm**

<b>Materi</b>	<b>Laju (m/s)</b>
<b>Udara</b>	343
<b>Udara (0°C)</b>	331
<b>Helium</b>	1005
<b>Hydrogen</b>	1300
<b>Air</b>	1440
<b>Air laut</b>	1560
<b>Besi dan baja</b>	≈5000
<b>Kaca</b>	≈4500
<b>Aluminium</b>	≈5100
<b>Kayu keras</b>	≈4000

Laju bunyi berbeda untuk materi yang berbeda. Pada udara di 0°C dan 1 atm, bunyi merambat dengan laju 331 m/s. Persamaan  $v = \sqrt{\left(\frac{B}{\rho}\right)}$  menyatakan bahwa laju bergantung pada modulus elastis (B) dan kerapatan dari materi ( $\rho$ ). Dengan demikian untuk helium yang kerapatannya jauh lebih kecil dari udara tapi modulus elastisnya tidak berbeda jauh, lajunya kira-kira tiga kali lipat dari udara. Pada zat cair dan padat yang jauh lebih tidak bisa ditekan dan berarti memiliki modulus elastis yang jauh lebih besar, lajunya lebih besar lagi.

Kenyaringan (loudness) berhubungan dengan energy pada gelombang bunyi. Ketinggian (pitch) menyatakan apakah bunyi tersebut tinggi seperti bunyi suling atau biola atau rendah seperti bunyi bass drum. Telinga manusia dapat mendengar frekuensi dalam jangkauan 20 Hz sampai 20.000 Hz jangkauan ini disebut jangkauan pendengar. Satu kecenderungan umum adalah jika orang bertambah tua, mereka makin tidak bias mendengar frekuensi yang tinggi sehingga batas frekuensi tinggi mungkin menjadi 10.000 Hz atau kurang.

Frekuensi diatas 20.000 Hz disebut ultrasonic, banyak hewan yang dapat mendengar frekuensi ultrasonik. Misalnya, anjing dapat mendengar bunyi setinggi 50.000 Hz dan kelelawar dapat mendeteksi frekuensi sampai setinggi 100.000 Hz. Gelombang bunyi yang frekuensinya dibawah jangkauan yang dapat terdengar (lebih kecil dari 20 Hz) disebut infrasonic. Sumber gelombang infrasonic termasuk gempa bumi, guntuk, gunung berapi, dan gelombang yang dihasilkan oleh getaran mesin-mesin yang berat.

### Contoh 1-2

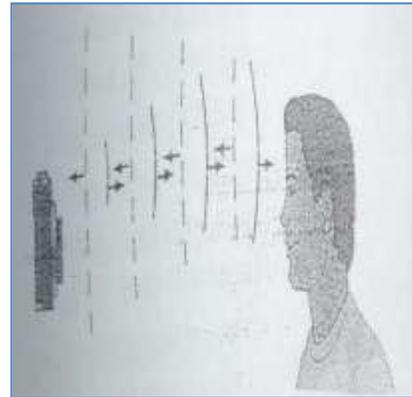
**Jarak dari sambaran kilat.** Suatu cara praktis untuk menentukan seberapa dekat kilat menyambar adalah: “satu mil untuk setiap lima detik sebelum Guntur terdengar.” Berikan alasan dengan memperhitungkan bahwa laju cahaya sangat tinggi ( $3 \times 10^8$  m/s) dan waktu cahaya untuk menyambar bisa diabaikan jika dibandingkan dengan waktu untuk bunyi.

**Tanggapan** laju bunyi di udara sekitar 340 m/s, sehingga untuk menempuh 1 km = 1000 m diperlukan sekitar 3 detik. Satu mil sekitar 1,6 kilometer, sehingga waktu yang diperlukan Guntur untuk menempuh satu mil adalah sekitar  $(1,6)(3) = 5$  detik.

### Contoh 1-2

**Autofokus dengan gelombang bunyi.** Kamera tipe autofocus memancarkan pulsa bunyi dengan frekuensi yang sangat tinggi (ultrasonic) yang merambat ke arah benda yang di foto, dan mempunyai sensor yang mendeteksi bunyi yang terpantul kembali. Seperti pada gambar 1-1. Untuk memahami sensitifitas waktu pada detector, hitung waktu rambat pulsa tersebut untuk sebuah benda yang berada pada

**Gambar 1-1** contoh 1-2. Kamera autofocus memancarkan pulsa ultrasonik. Garis yang tidak terputus menggambarkan muka gelombang yang merambat dari pulsa gelombang ke luar yang merambat ke kanan; garis terputus-putus menyatakan muka gelombang pulsa yang dipantulkan dari wajah orang tersebut. Informasi waktu memungkinkan mekanisme kamera untuk menyesuaikan lensa agar terfokus pada wajah



**Penyelesaian.** Kita anggap temperature sekitar  $20^{\circ}\text{c}$ , sehingga laju bunyi, seperti yang sudah diperhitungkan sebelumnya adalah  $343 \text{ m/s}$ . (a) pulsa merambat  $1 \text{ m}$  ke benda dan  $1 \text{ m}$  untuk kembali, sehingga total  $2 \text{ m}$ . Karena laju = jarak/waktu, kita dapatkan

$$t = \frac{\text{jarak}}{\text{waktu}} = \frac{2 \text{ m}}{343 \text{ m/s}} = 0,0059 \text{ s} = 5,9 \text{ ms.}$$

(b) jarak total sekarang adalah  $2 \times 20 \text{ m} = 40 \text{ m}$ , sehingga

$$t = \frac{40 \text{ m}}{343 \text{ m/s}} = 0,12 \text{ s} = 120 \text{ ms.}$$

2

### Intensitas bunyi : Desibel

Intensitas  $I$  dari sebuah gelombang bunyi pada suatu permukaan adalah laju rata-rata perpindahan energy per satuan luas akibat perambatan gelombang itu menembus atau disepanjang permukaan dimaksud:

$$I = \frac{P}{A}$$

Dimana  $P$  adalah laju waktu perpindahan energy (daya) dari gelombang bunyi dan  $A$  adalah luas bidang permukaan yang bersinggungan dengan gelombang. Intensitas  $I$  terkait dengan amplitude perpindahan  $S_m$  dari gelombang bunyi melalui hubungan

$$I = \frac{1}{2} \rho v \omega^2 S_m^2$$

Intensitas pada suatu jarak  $r$  dari sebuah titik sumber yang memancarkan gelombang bunyi dengan daya  $P_s$  adalah

$$I = P_s/4\pi r^2$$

Intensitas didefinisikan sebagai energy yang dibawa sebuah gelombang per satuan waktu melalui satuan luas dan sebanding dengan kuadrat amplitude gelombang. Karena energy per satuan waktu adalah daya, intensitas memiliki satuan daya per satuan luas atau watt/meter<sup>2</sup> (W/m<sup>2</sup>). Untuk menghasilkan bunyi yang terdengar dua kali lebih keras dibutuhkan gelombang bunyi yang intensitasnya sekitar 10 kali lipat.

Karena hubungan antara sensasi subyektif dari kenyaringan dan besaran fisika terukur “intensitas” ini, biasanya tingkat intensitas bunyi dinyatakan dengan skala logaritmik. Satuan skala ini adalah bel dari Alexander Graham Bell (1847-1922), penemu telepon atau jauh lebih umum, decibel (dB) yang merupakan  $\frac{1}{10}$  bel (10 dB – 1 bel). Tingkat intensitas  $\beta$  dari bunyi didefinisikan dalam intensitasnya  $I$ , sebagai berikut:

$$\beta \text{ (dalam dB)} = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Dimana  $I_0$  adalah intensitas tingkat acuan, dan logaritma adalah dari basis 10.  $I_0$  biasanya diambil dari intensitas minimum yang dapat didengar orang rata-rata, yaitu ambang pendengaran, yang bernilai  $I_0 = 1,0 \times 10^{-12}$  W/m<sup>2</sup>

**Tabel 2-1 Intensitas berbagai macam bunyi**

Sumber bunyi	Tingkat Intensitas (dB)	Intensitas (W/m <sup>2</sup> )
<b>Pesawat jet pada jarak 30 m</b>	140	100
<b>Ambang rasa sakit</b>	120	1
<b>Konser rock yang keras dalam ruangan</b>	120	1
<b>Sirine pada jarak 30 m</b>	100	$1 \times 10^{-2}$
<b>Interior mobil yang melaju pada 90 km/jam</b>	75	$3 \times 10^{-5}$
<b>Lalu lintas jalan raya yang sibuk</b>	70	$1 \times 10^{-5}$
<b>Percakapan biasa, dengan jarak 50 cm</b>	65	$3 \times 10^{-6}$
<b>Radio yang pelan</b>	40	$1 \times 10^{-8}$
<b>Bisikan</b>	20	$1 \times 10^{-10}$
<b>Gemerisik daun</b>	10	$1 \times 10^{-11}$
<b>Batas pendengaran</b>	0	$1 \times 10^{-12}$

### Contoh 2-1

**Raungan pesawat.** Tingkat intensitas bunyi dari pesawat jet dengan jarak 30 m adalah 140 dB. Berapa tingkat intensitas pada 300 m ? (abaikan pantulan dari tanah)

**Penyelesaian.** Intensitas I pada 30 m, sebesar

$$140 \text{ dB} = 10 \log \left( \frac{I}{10^{-12} \text{ W/m}^2} \right).$$

Dengan membalik persamaan log untuk mencari I kita dapatkan:

$$10^{14} = \frac{I}{10^{-12} \text{ W/m}^2}$$

Jadi  $I = (10^{14})(10^{-12} \text{ W/m}^2) = 10^2 \text{ W/m}^2$ . Pada 300 m, sepuluh kali lebih jauh, intensitas menjadi  $\left(\frac{1}{10}\right)^2 = \frac{1}{100}$  nya atau  $1 \text{ W/m}^2$ . Dengan demikian, tingkat intensitas adalah

$$\beta = 10 \log \left( \frac{1 \text{ W/m}^2}{10^{-12} \text{ W/m}^2} \right) = 120 \text{ dB}$$

### 3. Intensitas bunyi : Desibel

Sensivitas telinga manusia dapat mendeteksi simpangan molekul udara yang sebenarnya lebih kecil dari diameter atom (sekitar  $10^{-10}$  m). Intensitas I sebuah gelombang sebanding dengan kuadrat amplitude gelombang, A.

### Contoh 3-1

**Seberapa kecil simpangan.** Hitung simpangan molekul udara untuk bunyi yang mempunyai frekuensi 1000 Hz di ambang pendengaran.

**Penyelesaian.** Di ambang pendengaran,  $I = 1 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$ . Penyelesaian untuk amplitude A:

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{\pi f} \sqrt{\frac{1}{2 \rho v}} \\ &= \frac{1}{(3,14)(1 \times 10^3 \text{ s}^{-1})} \sqrt{\frac{1 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2}{(2)(1,29 \text{ kg/m}^3)(343 \text{ m/s})}} \end{aligned}$$

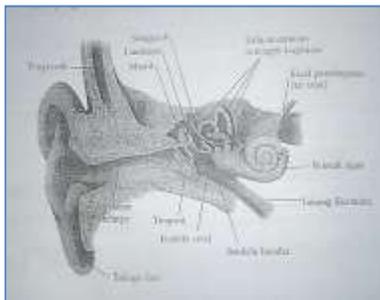
Dimana kita telah mengambil nilai  $1,29 \text{ kg/m}^3$  untuk kerapatan udara dan laju bunyi di udara (dianggap  $20^\circ\text{C}$ ) adalah  $343 \text{ m/s}$ . dengan melakukan perhitungan aritmatika, kita temukan bahwa  $A = 1,1 \times 10^{-11} \text{ m}$ .

4

## Telinga dan tanggapannya

Telinga merupakan detector bunyi yang sangat sensitive. Detektor bunyi mekanis, katakanlah mikrofon tidak dapat menyamai telinga dalam mendeteksi bunyi yang berintensitas rendah.

Fungsi telinga adalah untuk secara efisien merubah energy getaran dari gelombang menjadi sinyal listrik yang dibawa ke otak melalui saraf. Mikrofon melakukan tugas yang sama. Gelombang bunyi yang mengenai diafragma mikrofon akan menggetarkannya, dan getaran ini diubah menjadi sinyal listrik dengan frekuensi yang sama, yang kemudian dapat dikuatkan dan dikirim ke penguat suara atau tape recorder.

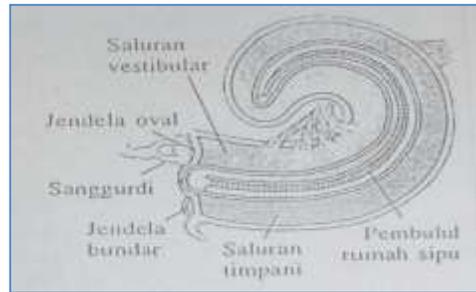


**Gambar 4-1** diagram telinga manusia

Gambar 4-1 adalah diagram telinga manusia. Telinga dibagi menjadi tiga bagian utama: telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam. Di telinga luar, gelombang bunyi dari luar merambat sepanjangsaluran teling ke gendang telinga (timpani), yang bergetar sebagai tanggapannya terhadap gelombang yang menyimpannya. Telinga tengah terdiri dari tiga tulang kecil yang dikenal dengan nama martil, landasan dan sanggurdi, yang memindahkan getaran gendang telinga ke telinga dalam di jendela oval. System pengungkit yang halus ini, digabungkan dengan daerah yang relative luas dari gendang telinga jika dibandingkan dengan luas jendela oval, menghasilkan tekanan yang dikuatkan dengan factor sekitar 40. Telinga dalam terdiri dari saluran-saluran setengah lingkaran, yang penting untuk mengendalikan keseimbangan dan rumah siput yang berisi cairan, dimana energy getaran

dari gelombang bunyi diubah menjadi energy listrik dan dikirim ke otak. Gambar 4-2 merupakan representasi diagramatik dari rumah siput.

Tingkat kepekaan telinga tidak sama sensitifnya untuk semua frekuensi. Untuk mendengar kenyaringan yang sama dari bunyi yang berbeda frekuensi dibutuhkan intensitas yang berbeda. Tingkat kenyaringan (satunya disebut *phon*), yang secara numeric sama dengan tingkat intensitas dalam dB pada 1000 Hz.



**Gambar 4-2** Diagram rumah siput

Pada intensitas yang lebih rendah, telinga kita relative tidak sensitive terhadap frekuensi tinggi dan rendah daripada frekuensi tengah. Control “kenyaringan” oada system stereo ditujukan untuk mengimbangi hal ini.

Sewaktu volume dkecilkan, control kenyaringan manaikkan frekuensi tinggi dan rendah relatif terhadap frekuensi tengah sehingga bunyi akan memiliki keseimbangan frekuensi “yang terdengar lebih normal”. Bagaimanapun banyak pendengar yang beranggapan bahwa bunyi akan terdengar lebih enak dan alami tanpa control penyaringan.

**5 Sumber-sumber bunyi : Senar yang bergetar dan kolom udara**

Semua sumber bunyi adalah benda yang bergetar. Pada alat music, sumber digetarkan dengan dipukul, dipetik, digesek, atau ditiup. Gelombang berdiri dihasilkan dan sumber bergetar pada frekuensi resonan alaminya. Sumber yang bergetar bersentuhan dengan udara (atau medium lainnya) dan mendorongnya untuk menghasilkan gelombang bunyi yang merambat ke luar. Frejuensi gelombang sama dengan sumber, tetapi laju dan panjang gelombang bias berbeda. Sebuah drum memiliki membrane yang diregangkan yang bergetar. Xylophone dan marimba memiliki batang logam atau kayu yang dapat digetarkan. Lonceng, simbal dan gong juga menggunakan logam yang bergetar. Alat yang paling banyak dipakai menggunakan senar yang bergetar seperti biola, gitar dan piano, atau menggunakan kolom udara yang bergetar seperti flute, terompet dan pipa organa.

Dasar untuk semua alat yang dipetik, ketinggiannya biasanya ditentukan oleh frekuensi resonan paling rendah, frekuensi dasar yang ditunjukkan dengan simpul tertutup yang hanya ada di ujung-ujung. Panjang gelombang nada dasar pada senar sama dengan dua kali panjang senar tersebut. Dengan demikian, frekuensi dasar adalah  $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2L}$ , dimana  $v$  adalah kecepatan gelombang pada senar. Ketika satu jari diletakkan di senar katakanlah sebuar gitar atau biola, panjang efektif senar dipendekkan. Jadi, frekuensi dasarnya dan ketinggiannya lebih tinggi karena panjang gelombang dasar lebih rendah. Senar pada gitar atau biola semuanya memiliki panjang gelombang yang sama. Semuanya mengeluarkan bunyi dengan ketinggian yang berbeda karena senar memiliki massa per satuan panjang ( $m/L$ ) yang berbeda yang mempengaruhi kecepatan seperti persamaan

$$v = \sqrt{FT / \left(\frac{m}{L}\right)}$$

#### Contoh 5-1

**Senar piano.** Kunci tertinggi pada piano berhubungan dengan frekuensi sekitar 150 kali dari kunci yang paling rendah. Jika senar untuk not paling tinggi mempunyai panjang 5 cm, berapa panjang senar untuk not yang paling rendah jika massa per satuan panjang sama dan diberi tegangan yang sama ?

**Penyelesaian.** Kecepatan akan sama untuk setiap senar, sehingga frekuensi berbanding terbalik dengan panjang senar  $L$  ( $f = v/\lambda = v/2L$ ). Dengan demikian

$$\frac{L_L}{L_H} = \frac{f_H}{f_L}$$

Dimana indeks L dan H menunjukkan not paling rendah dan paling tinggi, berturut-turut. Berarti  $L_L = L_H(f_H/f_L) = (5 \text{ cm})(150) = 750 \text{ cm}$ , atau 7,5 m. nilai ini terlalu panjang untuk sebuah piano. Senar lebih rendah yang lebih panjang dibuat lebih berat terutama untuk menghindari hal ini, sehingga bahkan pada grand piano, senar tidak lebih panjang dari 3 m.

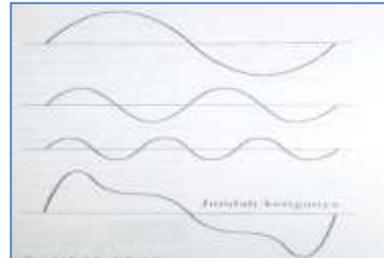
Ketika kita mendengar bunyi, terutama bunyi music, kita sadar akan kenyaringan, ketinggian dan aspek ketiga yang disebut kualitas-nya. Sebagai contoh, ketika piano dan kemudian flute memainkan not dengan kenyaringan dan ketinggian yang sama (katakanlah C tengah) ada perbedaan terhadap bunyi keseluruhan. Kita tidak akan membuat kesalahan dalam membedakan piano dan flute, inilah yang dimaksud dengan kualitas bunyi.

Sama seperti kenyaringan dan ketinggian dapat dihubungkan dengan besaran yang bias diukur secara fisik, kualitas juga demikian. Kualitas bunyi bergantung pada adanya nada tambahan jumlahnya dan amplitudonya. Umumnya, ketika suatu not dimainkan pada alat music, nada dasar dan nada tambahan akan ada pada waktu yang sama. Gambar 6-1 menunjukkan bagaimana superposisi tiga bentuk gelombang.

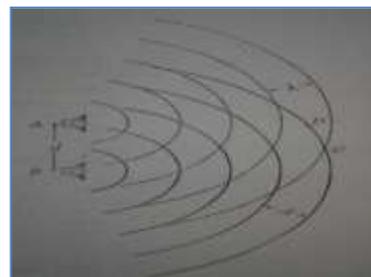
Amplitudo relative dari berbagai nada tambahan berbeda untuk alat music berbeda, dan inilah yang memberikan kualitas karakteristik atau timbre pada setiap alat music. Grafik yang menunjukkan amplitudo relative dari harmoni-harmoni yang

dihasilkan suatu instrument disebut spectrum bunyi. Biasanya nada dasar memiliki amplitudo yang paling besar dan frekuensinyalah yang didengar sebagai ketinggian.

Cara suatu instrument dimainkan memiliki peran penting pada kualitas bunyi. Ketika senar biola misalnya, menghasilkan bunyi yang sangat berbeda daripada menggeseknya. Spectrum bunyi diawal (atau akhir) sebuah not (seperti ketika sebuah martil memukul senar piano) bias sangat berbeda dari nada selanjutnya. Hal ini juga mempengaruhi kualitas nada subyektif dari sebuah instrument.



**Gambar 6-1** Amplitudo nada dasar dan dua nada tambahan pertama dijumlahkan pada tiap titik untuk mendapatkan jumlah atau bentuk gelombang komposit.



**Gambar 7-1** Gelombang bunyi dari dua pengeras suara berinterferensi

Bunyi biasa seperti yang dihasilkan dengan memukulkan dua batu, merupakan bunyi yang mempunyai kualitas tertentu, tetapi ketinggian yang jelas tidak dapat terlihat. Bunyi seperti ini merupakan campuran banyak frekuensi yang sedikit hubungannya satu sama lain. Jika suatu spectrum bunyi terbuat dari bunyi seperti ini, maka tidak ada garis-garis diskrit pada spectrum bunyi, grafiknya akan menunjukkan spectrum bunyi yang kontinu atau nyaris kontidu. Bunyi seperti ini kita sebut kebisingan, dalam perbandingannya dengan bunyi lain yang lebih harmonis yang terdiri dari frekuensi yang merupakan kelipatan sederhana dari nada dasar.

Kebisingan mempengaruhi kita dengan berbagai cara, terutama secara psikologis. Kadang-kadang kebisingan hanya gangguan biasa, tetapi kebisingan yang keras dapat menyebabkan kehilangan pendengaran, dan hal ini terutama merupakan masalah di pabrik-pabrik dan tempat industry lainnya, dimana tingkat kebisingan bias tinggi untuk periode waktu yang lama. Pengendalian kebisingan merupakan masalah yang sulit. Isolasi sumber bunyi dengan pelindung cukup membantu tetapi mahal dan tidak selalu memudahkan. Kebisingan yang disebabkan oleh pesawat jet juga merupakan masalah serius dan dapat mempengaruhi seluruh masyarakat.

7

### **Interferensi gelombang bunyi**

Ketika dua gelombang secara bersamaan melalui daerah yang sama diudara, mereka saling berinterferensi. Interferensi akan terjadi pada gelombang bunyi. Interferensi desktruktif terjadi karena penekanan satu gelombang bertemu dengan penipisan gelombang lain dan sebaliknya. Interferensi konstruktif terjadi karena kedua gelombang pada saat yang bersamaan memiliki puncak atau secara bersamaan mempunyai lembah. Interferensi deskruktif terjadi pada titik mana saja, dimana jarak dari satu pengeras suara lebih jauh dari jaraknya oengeras suara yang lain dengan perbedaan tepat setengah panjang gelombang. Jika jarak tambahan ini sama dengan satu panjang gelombang penuh, maka kedua gelombang akan memiliki fase yang sama dan terjadilah interferensi konstruktif. Jika pengeras suara memancarkan seluruh jangkauan frekuensi, tidak semua panjang gelombang akan berinterferensi deskruktif. Sebaliknya, hanya panjang gelombang tertentu saja yang akan benar-benar berinterferensi deskruktif.

Interferensi antara dua buah gelombang bunyi yang memiliki panjang gelombang yang serupa dan merambat melewati sebuah titik yang sama, bergantung pada selisih fasa  $\phi$  diantara kedua gelombang tersebut. Jika kedua gelombang bunyi itu dipancarkan sefasa dan merambat ke arah yang hampir sama,  $\phi$  dapat ditentukan dengan rumus

$$\phi = \frac{\Delta L}{\lambda} 2\pi$$

Dimana  $\Delta L$  adalah perbedaan panjang lintasan (selisih jarak yang dilalui oleh kedua gelombang dalam merambat hingga mencapai titik pertemuan). Interferensi yang sepenuhnya bersifat konstruktif terjadi bila  $\phi$  adalah sebuah nilai kelipatan dari  $2\pi$ ,

$$\phi = m(2\pi) \quad \text{untuk } m = 0, 1, 2, \dots$$

Dan ekivalennya, bila  $\Delta L$  terkait dengan panjang gelombang  $\lambda$  melalui hubungan

$$\frac{\Delta L}{\lambda} = 0, 1, 2, \dots$$

Interferensi yang bersifat sepenuhnya destruktif (saling meniadakan) terjadi bila  $\phi$  adalah sebuah nilai kelipatan ganjil dari  $\pi$ ,

$$\phi = (2m + 1)\pi \quad \text{untuk } m = 0, 1, 2, \dots$$

Dan ekivalennya, bila  $\Delta L$  terkait dengan panjang gelombang  $\lambda$  melalui hubungan

$$\frac{\Delta L}{\lambda} = 0,5; 1,5; 2,5; \dots$$

Layangan (*beat*) merupakan fenomena yang terjadi pada dua sumber bunyi. Gelombang bunyi dari dua sumber saling berinterferensi dan tingkat suara pada posisi tersebut naik dan turun secara bergantian, perubahan intensitas yang teratur ini disebut layangan. Layangan terjadi sebagai akibat dari superposisi dua gelombang bunyi dengan frekuensi yang sedikit berbeda. Frekuensi layangan sama dengan selisih frekuensi kedua gelombang, pada umumnya valid.

Fenomena layangan dapat terjadi dengan berbagai jenis gelombang dan merupakan metode yang sangat sensitive untuk membandingkan frekuensi. Sebagai contoh, untuk menyetel piano, seorang penyetel piano mendengarkan layangan yang dihasilkan antara garpu tala standarnya dan suatu senar tertentu pada piano tersebut, dan mengetahui telah

tersetel dengan baik ketika layangan menghilang. Anggota-anggota sebuah orchestra dapat menyetel dengan mendengarkan ketukan antara instrument mereka dengan nada standar (biasanya A di atas C tengah pada 440 Hz) yang dihasilkan oleh sebuah piano atau obo.

### Contoh 7-1

**Interferensi pengeras suara.** Kedua pengeras suara berjarak 1,00 m satu sama lain. Seseorang berdiri 4,00 m dari salah satunya. Seberapa jauh orang ini dari pengeras suara kedua agar bisa mendeteksi interferensi destruktif ketika pengeras suara mengeluarkan bunyi 1150 Hz? Anggap temperatur 20°C

**Penyelesaian.** Panjang gelombang bunyi ini adalah

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343m/s}{1150Hz} = 0,30m$$

Agar terjadi interferensi destruktif, orang tersebut harus berjarak setengah panjang gelombang lebih jauh dari satu pengeras suara dibandingkan dari yang lainnya.

8

### Efek Dofler

Anda mungkin telah memperhatikan bahwa ketinggian nada sirine dari truk oemadam kebakaran mengecil dengan cepat setelah melewati anda, atau mungkin anda memperhatikan perubahan ketinggian nada klakson dari mobil yang melaju cepat ketika lewat. Ketika sebuah sumber bunyi bergerak mendekati pengamat, ketinggian nada lebih tinggi daripada ketika sumber tersebut berada dalam keadaan diam, dan ketika sumber menjauh dari pengamat, ketinggian nada jauh lebih rendah. Fenomena ini dikenal sebagai efek Doppler, dari nama J. C. Doppler (1803-1853), yang mengumumkannya ditahun 1842. Efek Doppler terjadi untuk semua jenis gelombang.



**Gambar 8-1** (a) kedua pengamat mendengarkan frekuensi yang sama dari truk pemadam kebakaran yang diam. (b) saat truk bergerak maju, pengamat yang berada didepan mendengar bunyi dengan frekuensi yang lebih tinggi, dan pengamat dibelakang truk akan mendengar frekuensi yang lebih rendah

Kecepatan gelombang hanya bergantung pada medium dimana ia merambat dan tidak bergantung dari kecepatan sumber atau pengamat. Jika sumber kita, truk pemadam kebakaran bergerak, sirine meancarkan bunyi dengan frekuensi yang sama seperti pada waktu diam. Tetapi gelombang- gelombang bunyi yang dipancarkannya keluar lebih dekat satu sama lain daripada normal (gambar 8-1). Hal ini karena mesin pemadam sementara bergerak, menyusul muka gelombang yang dipancarkan sebelumnya. Dengan demikian pengamat yang berdiri di trotoar akan mendeteksi lebih banyak puncak gelombang yang lewat per detik, sehingga frekuensi bertambah besar. Muka gelombang yang dipancarkan di belakang truk, di pihak lain jauh lebih normal karena truk menjauh. Dengan demikian lebih sedikit puncak gelombang perdetik yang melewati pengamat dibelakang truk dengan ketinggian nada lebih rendah.

Untuk menghitung perubahan frekuensi, kita anggap udara (atau medium lainnya) berada dalam keadaan diam. Sumber bunyi ditunjukkan sebagai titik berada dalam keadaan diam, dua puncak gelombang yang berurutan, digambarkan, dimana yang kedua sedang dalam proses dipancarkan. Jarak antara punca-puncak ini adalah  $\lambda$ , panjang gelombang. Jika frekuensi sumber adalah  $f$ , maka waktu di antara pemancaran puncak gelombang adalah

$$T = \frac{1}{f}$$

Jika sumber bergerak dengan kecepatan  $v_s$ , dalam waktu  $T$ . puncak gelombang yang pertama telah bergerak sejauh  $d = vT$ , dimana  $v$  adalah kecepatan bunyi diudara (yang, tentu saja sama saat sumber bergerak ataupun tidak). Pada waktu yang sama ini, sumber telah bergerak

sejauh  $d_s = v_s T$ . kemudian jarak antara puncak gelombang yang berurutan, yang merupakan panjang gelombang yang baru  $\lambda'$ , adalah (karena  $d = \lambda$ )

Perubahan panjang gelombang,  $\Delta\lambda$ , adalah

$$\begin{aligned} \lambda' &= d - d_s \\ &= \lambda - v_s T \\ &= \lambda - v_s \frac{\lambda}{v} \\ \Delta\lambda &= \lambda' - \lambda = -v_s \frac{\lambda}{v} \end{aligned}$$

Sehingga, pergeseran panjang gelombang berbanding lurus dengan laju  $v_s$  dari sumber. Frekuensi yang baru dipihak lain dinyatakan dengan

$$f' = \frac{v}{\lambda'} = \frac{v}{\lambda \left(1 - \frac{v_s}{v}\right)}$$

Atau, karena  $v/\lambda = f$ ,

$$f' = \frac{v}{\left(1 - \frac{v_s}{v}\right)} \quad \left[ \begin{array}{l} \text{sumber bergerak mendekati} \\ \text{pengamat yang diam} \end{array} \right]$$

Untuk sumber yang menjauh dari pengamat dengan laju  $v_s$ , panjang gelombang yang baru adalah

$$\lambda' = d + d_s$$

Dan perubahan panjang gelombang menjadi

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = +v_s \frac{\lambda}{v}$$

Frekuensi gelombang menjadi

$$f' = \frac{v}{\left(1 + \frac{v_s}{v}\right)} \quad \left[ \begin{array}{l} \text{sumber menjauh dari} \\ \text{pengamat yang diam} \end{array} \right]$$

Dalam hal ini, jika sumber yang bergetar pada 400 Hz menjauh dari pengamat yang diam dengan laju 30 m/s, pengamat tersebut akan mendengar frekuensi sekitar 368 Hz.

Efek Doppler juga terjadi ketika sumber dalam keadaan diam dan pengamat bergerak. Jika pengamat mendekati sumber, ketinggian nada lebih rendah. Secara kuantitatif, perubahan frekuensi sedikit berbeda dari kasus sumber yang bergerak. Dengan sumber diam dan pengamat bergerak, jarak antara puncak gelombang, panjang gelombang  $\lambda$ , tidak berubah. Jika pengamat mendekati sumber, laju gelombang relative terhadap pengamat adalah  $v' = v + v_o$  dimana  $v$  adalah kecepatan bunyi di udara dan  $v_o$  adalah kecepatan pengamat. Dengan demikian frekuensi yang baru adalah

$$f' = \frac{v'}{\lambda} = \frac{v + v_o}{\lambda}$$

Atau karena  $\lambda = v/f$

$$f' = \left(1 + \frac{v_o}{v}\right) f \quad \left[ \begin{array}{l} \text{pengamat mendekati} \\ \text{sumber yang diam} \end{array} \right]$$

Jika pengamat menjauhi sumber, kecepatan relative adalah  $v' = v - v_o$  dan

$$f' = \left(1 - \frac{v_o}{v}\right) f \quad \left[ \begin{array}{l} \text{pengamat menjauhi} \\ \text{sumber yang diam} \end{array} \right]$$

Persamaan yang mencakup semua kasus sumber dan pengamat yang bergerak adalah

$$f' = f \left( \frac{v \pm v_o}{v \mp v_s} \right)$$

Tanda sebelah atas berlaku jika sumber atau pengamat saling mendekat. Sedangkan tanda sebelah bawah berlaku jika mereka saling menjauh.

Ketika gelombang bunyi dipantulkan dari penghalang yang bergerak, frekuensi gelombang yang terpantul akan berbeda dari frekuensi gelombang datang karena adanya efek doppler. Gelombang datang dan gelombang pantulan, ketika digabungkan (katakanlah secara elektronis), berinterferensi satu sama lain dan menghasilkan layangan. Frekuensi layangan sama dengan perbedaan kedua frekuensi. Teknik Doppler ini digunakan dalam berbagai aplikasi medis, biasanya dengan gelombang ultrasonic pada jangkauan frekuensi megahertz. Sebagai contoh, gelombang ultrasonic yang dipantulkan dari sel darah merah dapat digunakan untuk menentukan kerapatan aliran darah.

### Contoh 8-1

**Sirene yang bergerak.** Sirene mobil polisi yang berada dalam keadaan diam memancarkan frekuensi 1600 Hz. Berapa frekuensi yang akan anda dengar jika anda dalam keadaan diam dan mobil polisi bergerak dengan laju 25,0 m/s mendekati anda?

#### Penyelesaian

$$f' = \frac{f}{\left(1 - \frac{v_s}{v}\right)} = \frac{1600 \text{ Hz}}{\left(1 - \frac{25,0 \text{ m/s}}{343 \text{ m/s}}\right)} = 1726 \text{ Hz}$$

## 9

### Gelombang kejut dan ledakan sonik

Benda seperti sebuah pesawat yang melaju dengan kecepatan melebihi kecepatan suara dikatakan memiliki laju supersonic. Laju seperti ini sering dinyatakan bilangan Mach dari fisikawan Austria Ernst Mach (1838-1916), yang didefinisikan sebagai perbandingan antara laju benda dengan laju bunyi di medium pada lokasi tersebut. Sebagai contoh, sebuah pesawat yang melaju dengan 900 m/s, jauh tinggi di atmosfer, dimana laju bunyi hanya 300 m/s, memiliki laju sebesar 3 Mach.

Ketika sebuah sumber bunyi bergerak dengan laju subsonic, ketinggian bunyi berubah. Tetapi jika sumber bunyi bergerak lebih cepat dari laju bunyi, efek yang lebih dramatis yang dikenal dengan nama gelombang kejut terjadi. Pada kasus ini, sumber sebenarnya mendahului gelombang yang dihasilkannya. Ketika sumber bergerak dengan laju bunyi, muka gelombang yang dipancarkannya ke depan tertumpuk persis didepannya. Ketika benda tersebut melaju dengan laju supersonic, muka gelombang saling tertumpuk sepanjang sisi. Puncak gelombang yang berbeda tertumpuk satu sama lain dan membentuk satu puncak yang sangat besar yang merupakan gelombang kejut. Dibelakang puncak besar ini biasanya ada lembah yang sangat besar. Gelombang kejut pada intinya merupakan hasil dari interferensi konstruktif dari sejumlah besar muka gelombang. Gelombang kejut di udara analog dengan gelombang haluan sebuah peahu yang berjalan lebih cepat laju gelombang air yang dihasilkannya.

Ketika sebuah pesawat terbang melaju dengan laju supersonic, kebisingan yang dibuatnya dan gangguannya terhadap bentuk udara menjadi gelombang kejut yang berisi energy bunyi yang sangat besar. Ketika gelombang kejut melewati seorang pendengar, energy ini akan terdengar sebagai ledakan sonic yang kerass. Ledakan sonic terjadi hanya

dalam sepersekian detik, tetapi energy yang dikandungnya seringkali cukup untuk memecahkan jemdela dan mengakibatkan kerusakan lain. Secara psikologis, hal ini juga bias mengerikan.

Ketika sebuah pesawat bergerak mendekati laju bunyi, pesawat akan menemui halangan gelombang bunyi didepannya. Hal ini disebut menabrak halangan bunyi. Kadang-kadang dengan salah dianggap bahwa ledakan sonic dihasilkan hanya pada saat pesawat menabrak halangan bunyi. Sebenarnya, gelombang kejut selalu mengikuti pesawat pada saat melaju dengan laju supersonic. Sekumpulan pengamat yan ada di daratan akan mendengar “boom” yang keras ketika gelombang kejut lewat. Gelombang kejut terdiri dari corong yang puncaknya adalah di pesawat. Sudut corong ini,  $\theta$ , dinyatakan dengan

$$\sin \theta = \frac{v_{\text{bunyi}}}{v_{\text{benda}'}}$$

Dimana  $v_{\text{benda}}$  adalah kecepatan benda (pesawat) dan  $v_{\text{bunyi}}$  adalah kecepatan bunyi pada medium.

10

### Aplikasi

Pantulan bunyi digunakan dalam banyak aplikasi untuk menentukan jarak. Sonar (*sound navigation ranging*) atau teknik pilsa-gema digunakan untuk mencari lokasi benda dibawah air. Sebuah pemancar mengirimkan pulsa bunyi melalui air dan sebuah detector menerima pantulan atau gemanya, tidak lama kemudian. Selang waktu ini dihitung secara teliti, dan dari pengukuran ini, jarak benda yang memantulkan dapat ditentukan karena laju bunyi di air telah diketahui. Kedalaman laut dan lokasi karang, kapal karam, kapal selam, atau sekelompok ikan dapat ditentukan dengan cara ini. Struktur dalam bumi dipelajari dengan cara yang sama dengan mendeteksi pantulan gelombang yang merambat melalui bumidimana sumbernya adalah ledakan yang dibuat manusia (disebut *soundings*). Analisis gelombang yang terpantul dari berbagai struktur dan batas lapisan di dalam bumi menghasilkan pola karakteristik yang berguna untuk eksplorasi minyak dan mineral.

Sonar umumnya menggunakan frekuensi ultrasonic: yaitu, gelombang yang frekuensinya diatas 20 kHz sampai 100 kHz. Salah satu alasan penggunaan gelombang-gelombang bunyi ultra, selain fakta bahwa mereka tidak bias di dengar, ialah untuk penjang

gelombang yang lebih pendek, difraksi kecil, sehingga berkas gelombang lebih tidak menyebar dan benda yang lebih kecil dapat dideteksi.

Dalam kedokteran gelombang ultrasonic digunakan dalam diagnosa dan pengobatan. Pengobatan meliputi penghancuran jaringan yang tidak diinginkan dalam tubuh (misalnya tumor atau batu ginjal) dengan menggunakan gelombang ultrasonic dengan intensitas yang sangat tinggi (setinggi  $10^7 \text{ W/m}^2$ ) yang difokuskan pada jaringan yang tidak diinginkan tersebut. Bunyi ultra juga digunakan pada terapi fisik, untuk memberikan pemanasan local pada otot yang cedera.

Penggunaan diagnostic bunyi ultra dalam kedokteran lebih rumit dan merupakan aplikasi yang sangat menarik dari prinsip-prinsip fisika. Pada bagian ini, digunakan teknik pulsa-gema yang hampir sama dengan sonar. Pulsa bunyi frekuensi tinggi diarahkan ke tubuh, dan pantulannya dari batas atau pertemuan antara organ-organ dan struktur lainnya dan luka dalam tubuh kemudian di deteksi. Dengan menggunakan teknik ini, tumor dan pertumbuhan abnormal lainnya atau gumpalan fluida dapat dilihat; kerja katup jantung dan pertumbuhan janin dapat diperiksa; dan informasi tentang berbagai organ tubuh, seperti otak, jantung, hati, dan ginjal bisa didapat.

Frekuensi yang digunakan dalam diagnosa ultrasonik berkisar antara 1 sampai 10 Mhz (1 megahertz =  $10^6 \text{ Hz}$ ). Laju gelombang bunyi pada jaringan tubuh manusia berkisar sekitar 1540 m/s (hampir sama dengan air) sehingga panjang gelombang 1 Mhz adalah sekitar

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1540 \text{ m/s}}{10^6 \text{ s}^{-1}} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ m} = 1,5 \text{ mm}$$

Dan ini merupakan batas benda yang paling kecil yang dapat dideteksi.

## Daftar Pustaka

Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Erlangga

Halliday, David. Resnick, Robert. Walker, Jearl. 2010. *Fisika Dasar Edisi ketujuh jilid 1*. Jakarta: Erlangga

Lampiran 4  
Produk Penelitian

## SILABUS PEMBELAJARAN FISIKA

**Satuan Pendidikan** : SMA Negeri 1 Gorontalo  
**Materi Pokok** : Bunyi  
**Kelas / Semester** : XI / Genap

**Alokasi Waktu** : 4 x 45 Menit  
**Tahun Pelajaran** : 2016 / 2017

### Kompetensi Inti

**KI 1** : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

**KI 2** : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsive, dan pro aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

**KI 3** : Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

**KI 4** : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam	<p><b>3.10.1</b> Menjelaskan konsep gelombang bunyi (C2)</p> <p><b>3.10.2</b> Mendeskripsikan karakteristik gelombang bunyi</p>	<p><b>Bunyi :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Karakteristik Bunyi</li> <li>➤ Cepat rambat bunyi</li> <li>➤ Efek Doppler</li> </ul>	<p><b>Pertemuan 1 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Mengamati :</b> Peserta didik diminta untuk mengamati video pembelajaran dilanjutkan dengan mengamati tempat</li> </ul>	<p><b>Penilaian Keterampilan:</b> Menilai kegiatan eksperimen menggunakan lembar pengamatan keterampilan</p> <p><b>Tes hasil belajar :</b></p>	2x45 Menit	<p>1. Buku Fisika SMA kelas XI</p> <p>2. LKPD</p>

<p>teknologi</p> <p><b>4.10</b> Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil dan makna fisisnya misalnya sonometer, dan kisi difraksi</p>	<p>(C3)</p> <p><b>3.10.3</b> Menentukan cepat rambat gelombang bunyi pada berbagai zat (cair, gas, dan padat) (C3)</p> <p><b>3.10.4</b> Menganalisis frekuensi bunyi pengamat pada berbagai situasi (C4)</p> <p><b>4.10.1</b> Mempresentasikan hasil pengamatan dan diskusi di depan kelas</p>		<p>sekitar yang dapat menimbulkan peristiwa serupa dengan video</p> <p>➤ <b>Menanya :</b> Peserta didik memberikan pertanyaan atau komentar tentang fenomena yang terjadi pada video.</p> <p>➤ <b>Mengeksplorasi :</b> Guru membimbing peserta didik melakukan percobaan untuk menguji hipotesis dengan menggunakan simulasi Virtual Laboratory yang telah disediakan</p> <p>➤ <b>Mengasosiasi :</b> Guru meminta peserta didik dalam kelompoknya mengolah data hasil diskusi bersama teman kelompok</p> <p>➤ <b>Mengkomunikasikan</b> Guru memberikan kesempatan pada perwakilan alam setiap kelompok mempresentasikan hasil percobaannya di depan kelas</p>	<p>Tes tertulis (uraian)</p>		
--	--	--	---	------------------------------	--	--

			<p><b>Pertemuan 2 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Mengamati :</b> Peserta didik diminta untuk mengamati video pembelajaran dilanjutkan dengan mengamati tempat sekitar yang dapat menimbulkan peristiwa serupa dengan video</li> <li>➤ <b>Menanya :</b> Peserta didik memberikan pertanyaan atau komentar tentang fenomena yang terjadi pada video.</li> <li>➤ <b>Mengeksplorasi :</b> Guru membimbing peserta didik melakukan percobaan untuk menguji hipotesis dengan menggunakan simulasi Virtual Laboratory yang telah disediakan</li> <li>➤ <b>Mengasosiasi :</b> Guru meminta peserta didik dalam kelompoknya mengolah data hasil diskusi bersama teman kelompok</li> <li>➤ <b>Mengkomunikasikan</b> Guru memberikan kesempatan pada perwakilan alam setiap</li> </ul>			
--	--	--	--	--	--	--

			kelompok mempresentasikan hasil percobaannya di depan kelas			
--	--	--	--	--	--	--

**Mengetahui,  
Kepala Sekolah .....**

**Gorontalo, April 2017  
Ketua Peneliti**

( ..... )  
**NIP/NIK : .....**

**Tirtawaty Abdjul, M.Pd  
NIP. 197907202005012002**

## RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Nama Sekolah	: SMA Negeri 1 Gorontalo
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Program/Semester	: XI/IPA/Genap
Materi Pokok	: Bunyi
Waktu	: 4 x 45 Menit (2 kali Pertemuan)

### A. Kompetensi Inti (KI)

- KI 3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan procedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

### B. Kompetensi Dasar dan Indikator:

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
3.11 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi.	3.10.5 Menjelaskan konsep gelombang bunyi 3.10.6 Mendiskripsikan karakteristik dan sifat gelombang bunyi Menentukan cepat rambat gelombang bunyi pada berbagai zat (cair, gas, dan padat) 3.10.7 Menganalisis frekuensi bunyi pengamat pada berbagai situasi

<p><b>4.11</b> Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil dan makna fisisnya misalnya sonometer, dan kisi difraksi</p>	<p>melalui kasus</p> <p><b>4.11.1</b> Mempresentasikan hasil pengamatan dan diskusi di depan kelas</p>
---	--

### C. Tujuan

#### Pertemuan 1

Melalui simulasi Virtual laboratory peserta didik mampu:

- Menjelaskan pengertian bunyi menggunakan kalimat sendiri.
- Mengklasifikasikan bunyi berdasarkan frekuensinya
- Memahami sifat-sifat gelombang bunyi.
- Memberikan contoh penerapan sifat-sifat gelombang dalam kehidupan sehari-hari.

#### Pertemuan 2

Melalui simulasi Virtual laboratory peserta didik mampu:

- Membedakan cepat rambat gelombang bunyi pada berbagai zat (cair, gas, dan padat)
- Menghitung cepat rambat gelombang bunyi pada berbagai zat (cair, gas, dan padat)
- Memahami hubungan antara frekuensi bunyi yang didengar oleh pendengar dan frekuensi bunyi yang berasal dari sumber bunyi tertentu
- Memahami factor-faktor yang mempengaruhi besarnya frekuensi yang didengar oleh pendengar. Menghitung frekuensi yang didengar oleh pendengar pada berbagai kasus efek doppler.

### D. Materi Pembelajaran

Materi pokok : Gelombang Bunyi

Sub materi pokok :

1. Karakteristik bunyi
2. Cepat rambat bunyi
3. Efek Doppler

### **E. Langkah Pembelajaran**

1. Model : *Inquiry* terbimbing
2. Pendekatan : *Scientific*
3. Metode : Eksperimen Semu

### **F. Media, Alat dan Sumber Belajar**

1. Media : Simulasi *Virtual laboratory*
2. Alat : Laptop dan LCD
3. Sumber Belajar : Materi Ajar tentang bunyi dan LKPD

### **G. Langkah-langkah Pembelajarans**

Pertemuan ke-1 (2 x 45 Menit)

#### **KEGIATAN PENDAHULUAN (15 MENIT)**

*Stimulation* (stimulasi)

- ✓ Guru memberi salam dan peserta didik memimpin doa
- ✓ Guru memberikan motivasi dengan menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai

#### **a. Mengamati**

- ✓ Guru memberikan apersepsi dengan menayangkan video pembelajaran tentang sifat-sifat gelombang bunyi
- ✓ Peserta didik mengamati dan menanyakan hal-hal yang terkait pada video yang ditayangkan.

*Problem Statement* (pernyataan/identifikasi masalah)

#### **b. Menanya**

- ✓ Peserta didik memberikan pertanyaan atau komentar tentang fenomena yang terjadi pada video.
- ✓ Peserta didik diminta untuk mengamati tempat sekitar yang dapat menimbulkan gema.

#### **KEGIATAN INTI (60 MENIT)**

- ✓ Guru membagi siswa kedalam 5-6 kelompok
- ✓ Guru membagikan LKPD kepada peserta didik dan memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mencermati LKPD.

*Data Collection* (Pengumpulan Data)

#### **c. Mengeksplorasi & mengamati:**

- ✓ Guru membimbing peserta didik melakukan percobaan menggunakan simulasi *Virtual laboratory*

- ✓ Guru meminta siswa mengerjakan LKPD dengan mengumpulkan semua data yang ada bersama teman sekelompok dengan mengamati simulasi *Virtual laboratory*
- ✓ Guru membimbing peserta didik mengerjakan LKPD

*Data Processing* (Pengolahan Data)

**d. Mengasosiasi :**

- ✓ Peserta didik dalam kelompoknya mengolah data hasil pengamatan bersama teman kelompok

*Verivication* (Pembuktian)

**e. Mengkomunikasikan :**

- ✓ Guru memberikan kesempatan pada perwakilan dalam setiap kelompok mempresentasikan hasil percobaannya di depan kelas
- ✓ Guru memberikan kesempatan kepada kelompok lain untuk menanggapi hasil presentasi oleh kelompok yang mempresentasikan
- ✓ Guru menjelaskan secara menyeluruh dengan mengacu pada sumber belajar (buku) sementara peserta didik melakukan pemeriksaan secara cermat untuk membuktikan hipotesis

**PENUTUP (15 MENIT)**

*Generalization* (menarik kesimpulan)

- ✓ Guru bersama peserta didik menyimpulkan materi ajar bersama
- ✓ Peserta didik membuat rangkuman dan melakukan refleksi terhadap pengalaman belajar yang dilakukan
- ✓ Guru mengkonfirmasi hasil pembelajaran tentang karakteristik gelombang bunyi dengan tujuan pembelajaran.
- ✓ Guru memberikan tugas pengamatan dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan contoh sifat-sifat gelombang bunyi lainnya.

## **Pertemuan ke-2 (2 x 45 Menit)**

### **KEGIATAN PENDAHULUAN (15 MENIT)**

*Stimulation* (stimulasi)

- ✓ Guru memberi salam dan peserta didik memimpin doa
- ✓ Guru memberikan motivasi dengan menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai

#### **a. Mengamati**

- ✓ Guru menayangkan video pembelajaran tentang peristiwa efek doppler
- ✓ Peserta didik dipersilahkan untuk mengamati dan menanyakan hal-hal terkait video yang ditayangkan.

*Problem Statement* (pernyataan/identifikasi masalah)

#### **b. Menanya**

- ✓ Peserta didik memberikan pertanyaan atau komentar tentang fenomena yang terjadi pada video.
- ✓ Peserta didik diminta untuk mengamati tempat sekitar yang serupa dengan peristiwa pada video

### **KEGIATAN INTI (60 MENIT)**

- ✓ Guru membagi siswa kedalam 5-6 kelompok
- ✓ Guru membagikan LKPD dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk mencermati LKPD

*Data Collection* (Pengumpulan Data)

#### **c. Mengeksplorasi & mengamati:**

- ✓ Guru membimbing peserta didik melakukan percobaan menggunakan simulasi *Virtual laboratory*
- ✓ Guru meminta siswa mengerjakan LKPD dengan mengumpulkan semua data yang ada bersama teman sekelompok dengan mengamati simulasi *Virtual laboratory*

*Data Processing* (Pengolahan Data)

#### **d. Mengasosiasi :**

- ✓ Peserta didik dalam kelompoknya mengolah data hasil diskusi bersama teman kelompok

*Verivication* (Pembuktian)

#### **e. Mengkomunikasikan :**

- ✓ Guru memberikan kesempatan pada perwakilan dalam setiap kelompok mempresentasikan hasil percobaannya di depan kelas
- ✓ Guru memberikan kesempatan kepada kelompok lain untuk menanggapi hasil presentasi oleh kelompok yang mempresentasikan

- ✓ Guru menjelaskan secara menyeluruh dengan mengacu pada sumber belajar (buku) sementara peserta didik melakukan pemeriksaan secara cermat untuk membuktikan hipotesis

### **PENUTUP (15 MENIT)**

*Generalization* (menarik kesimpulan)

- ✓ Guru bersama peserta didik menyimpulkan materi ajar bersama
- ✓ Peserta didik membuat rangkuman dan melakukan refleksi terhadap pengalaman belajar yang dilakukan
- ✓ Guru mengkonfirmasi hasil pembelajaran tentang efek doppler dengan tujuan pembelajaran.
- ✓ Guru memberikan tugas pengamatan dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan hubungan cepat rambat gelombang bunyi dengan efek Doppler.
- ✓ Guru menutup pembelajaran dengan doa bersama yang dipimpin oleh ketua kelas

### **KEGIATAN EVALUASI**

Instrumen Penilaian:

- 1) Tes uraian
- 2) Laporan tugas
- 3) Presentasi

**Mengetahui**  
**Guru Mata Pelajaran**

**Linda Suronoto, S.Pd**

**Gorontalo, April 2017**

**Ketua Peneliti**

**Tirtawaty Abdjul, M.Pd**

# Lembar Kerja Siswa

## Karakteristik Bunyi (Pert. 1)



Nama Kelompok:

Anggota Kelompok:

1. ....
2. ....
3. ....

### Petunjuk Pembelajaran

1. Baca secara cermat petunjuk langkah-langkah sebelum Anda melakukan kegiatan
2. Baca buku-buku Fisika kelas XI SMA dan buku lain yang relevan berkaitan dengan materi gelombang bunyi untuk memperkuat konsep dan pemahaman Anda.
3. Tanyakan pada guru pembimbing jika ada hal-hal yang kurang jelas

### Kompetensi Dasar

**4.10.1** Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil dan makna fisisnya misalnya sonometer, dan kisi difraksi

### Tujuan Percobaan

Siswa dapat memahami sifat-sifat gelombang bunyi.

## Dasar Teori

Gelombang bunyi adalah gelombang mekanik yang juga memiliki sifat – sifat seperti gelombang mekanik lainnya.

### 1. Pemantulan Bunyi

Pemantulan bunyi yang sering kita rasakan adalah adanya gaung dan gema. Gaung dan gema adalah pemantulan bunyi yang seolah – olah ada yang menirukan. Gema adalah terjadinya pemantulan pada ruang yang luas, sehingga pemantulannya terjadi lebih lama, ada jeda waktu antara bunyi asli dan bunyi pantul. Sedangkan untuk ruang yang lebih sempit lagi, yang menyebabkan bunyi pantul tidak cukup waktu untuk merambat, sehingga bunyi datang dan bunyi pantul terdengar bersamaan, itulah yang disebut gaung.

### 2. Pembiasan Gelombang Bunyi

Gelombang datang dari medium kurang rapat ke medium yang lebih rapat akan dibiaskan mendekati garis normal atau sebaliknya. Pembiasan juga terjadi pada gelombang bunyi. Ketika pada malam hari suara atau bunyi yang cukup jauh terdengar lebih jelas daripada siang hari. Hal itu dikarenakan pada siang hari suhu udara di permukaan bumi lebih tinggi daripada bagian atasnya. Akibatnya lapisan udara pada bagian atas lebih rapat daripada bawahnya. Jadi gelombang bunyi yang datang secara horisontal dari sumber bunyi ke pendengar arah rambatnya dibelokkan ke atas, sedangkan pada malam hari arah rambat bunyi akan melengkung ke bawah.

### 3. Difraksi Gelombang Bunyi

Difraksi adalah peristiwa pelenturan gelombang ketika melewati celah, celahnya seorde dengan panjang gelombangnya. Gelombang bunyi mudah untuk didifraksikan karena panjang gelombang bunyi di udara sekitar beberapa sentimeter hingga meter.

#### 4. Interferensi Gelombang Bunyi

Interferensi gelombang bunyi terjadi jika dua gelombang bunyi yang koheren berdekatan bertemu sampai ke telinga kita. Pada suatu titik bunyi akan terdengar lebih kuat jika pada titik tersebut terjadi interferensi konstruktif (saling memperkuat), sebaliknya akan terdengar lemah jika terjadi interferensi destruktif (saling memperlemah).

#### 4. Interferensi Gelombang Bunyi

Interferensi gelombang bunyi terjadi jika dua gelombang bunyi yang koheren berdekatan bertemu sampai ke telinga kita. Pada suatu titik bunyi akan terdengar lebih kuat jika pada titik tersebut terjadi interferensi konstruktif (saling memperkuat), sebaliknya akan terdengar lemah jika terjadi interferensi destruktif (saling memperlemah).

#### 5. Pelayangan Gelombang Bunyi

Efek dari interferensi yang lain yaitu hasil superposisi gelombang (pelayangan). Pelayangan (*beats*) merupakan fenomena yang menerapkan prinsip interferensi gelombang. Pelayangan akan terjadi jika dua sumber bunyi menghasilkan frekuensi gelombang yang mempunyai beda frekuensi yang kecil. Kedua gelombang bunyi akan saling berinterferensi dan tingkat suara pada posisi tertentu naik dan turun secara bergantian. Peristiwa menurun atau meningkatnya kenyaringan secara berkala yang terdengar ketika dua nada dengan frekuensi yang sedikit berbeda dibunyikan pada saat yang bersamaan disebut pelayangan. Gelombang akan saling memperkuat dan memperlemah satu sama lain bergerak di dalam atau di luar dari fasenya.

Amatilah video orang yang sedang berteriak di tebing yang telah disediakan!



Berdasarkan video tersebut terdapat masalah seperti yang tertera pada kolom di bawah ini!

**Rumusan Masalah:**

Mengapa orang yang berteriak di atas tebing setelah beberapa saat dapat mendengar kembali suara mereka?

Berdasarkan rumusan masalah diatas, rumuskan hipotesis anda pada kolom dibawah ini!

**Hipotesis:**

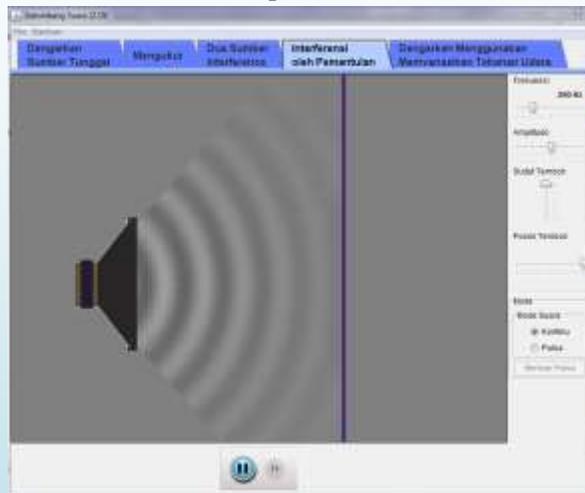
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



Untuk menguji hipotesis, kumpulkanlah data melalui percobaan dengan menggunakan simulasi *PhET* berikut ini !

Langkah Kerja:

1. Buka program simulasi bunyi (sound) pada aplikasi PhET.
2. Pilih interferensi oleh pemantulan.



3. Atur posisi tembok hingga membentuk vertikal.
4. Atur amplitudo di posisi tengah.
5. Berikan frekuensi bervariasi dari 250 Hz, 500 Hz, 750 Hz, dan 1000 Hz. Catat hasil pengamatan mu di setiap perubahan frekuensi pada tabel pengamatan.
6. Atur amplitudo di posisi maksimal.
7. Ulangi langkah ke 5

Tuangkan hasil penelitian anda pada tabel di bawah ini !

Amplitudo Frek (Hz)	50 %	100 %
<b>250</b>		
<b>500</b>		
<b>750</b>		
<b>1000</b>		

8. Berdasarkan tabel hasil pengamatan di atas, jelaskan perbandingan hasil pengamatan pada amplitudo 50% dan amplitudo 100% pada kolom dibawah ini.

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

## Pengolahan Data

Berdasarkan tabel hasil pengamatan diatas, isilah pertanyaan berikut ini !

1. Jelaskan pengertian bunyi menurut anda.  
Jawab:.....
2. Jelaskan Klasifikasi bunyi berdasarkan frekuensinya  
Jawab:.....
3. Jelaskan sifat-sifat gelombang bunyi.  
Jawab:.....
4. Berikan contoh penerapan sifat-sifat gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari.  
Jawab:.....

## Menarik Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diatas, rumuskan kesimpulan yang anda peroleh di bawah ini!

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

Presentasikan hasil pengamatan dan kesimpulan kelompok anda di depan kelas !

.....*Good Luck*.....

## Efek Doppler (Pert. 2)



Nama Kelompok:

Anggota Kelompok:

1. ....
2. ....
3. ....

### Petunjuk Pembelajaran

4. Baca secara cermat petunjuk langkah-langkah sebelum Anda melakukan kegiatan
5. Baca buku-buku Fisika kelas XI SMA dan buku lain yang relevan berkaitan dengan materi gelombang bunyi untuk memperkuat konsep dan pemahaman Anda.
6. Tanyakan pada guru pembimbing jika ada hal-hal yang kurang

### Kompetensi Dasar

**4.10.2** Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil dan makna fisisnya misalnya sonometer, dan kisi difraksi

### Tujuan Percobaan

memahami hubungan antara frekuensi bunyi yang didengar oleh pendengar dan frekuensi bunyi yang berasal dari sumber bunyi tertentu

## Dasar Teori

### Cepat Rambat Bunyi

Cepat rambat bunyi berbeda-beda tergantung jenis material media rambatnya.

Karena cepat rambat bunyi di berbagai media rambatnya berbeda, maka notasi atau persamaan untuk mencari cepat rambat bunyi juga berbeda. Berikut notasi cepat rambat bunyi pada ketiga media rambat:

a) Padat

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \dots\dots\dots(i)$$

Dimana,

E = modulus elastisitas material (N/m<sup>2</sup>)

$\rho$  = massa jenis material (kg/m<sup>3</sup>)

b) Gas

$$v = \sqrt{\gamma \frac{P}{\rho}} \dots\dots\dots(ii)$$

Dimana,

P = tekanan gas (N/m<sup>2</sup>)

$\gamma$  = konstanta Laplace (kg/m<sup>3</sup>)

c) Cair

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \dots\dots\dots(iii)$$

Dimana,

B = modulus Bulk (N/m<sup>2</sup>)

### **Efek Dopler**

Efek Dopler adalah peristiwa naik atau turunnya frekuensi gelombang bunyi yang terdengar penerima bunyi ketika sumber bunyi bergerak mendekat atau menjauh. Pada saat sumber suara diam, kedua penerima mendengar besar frekuensi yang sama. Saat sumber suara bergerak, salah satu penerima mendengar frekuensi yang lebih besar dari sebelumnya dan penerima lain mendengar frekuensi yang lebih kecil dari sebelumnya.

Besarnya frekuensi bunyi yang terdengar penerima dinotasikan dengan:

$$f_p = \left( \frac{V \pm V_p}{V \pm V_s} \right) f_s$$

Dimana,

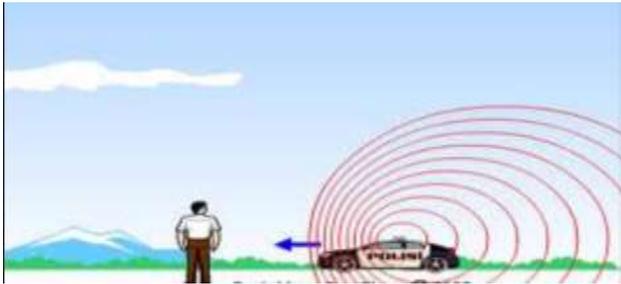
$V$  = cepat rambat bunyi di udara (m/s)

$V_p$  = kecepatan pendengar (m/s)

$V_s$  = kecepatan sumber bunyi (m/s)

$f_s$  = frekuensi sumber bunyi (Hz)

Amati video motor yang bergerak menjauh dan kereta api yang bergerak mendekat !



Berdasarkan video tersebut terdapat masalah seperti yang tertera pada kolom di bawah ini!

**Rumusan Masalah:**

Mengapa suara motor yang bergerak menjauh semakin kecil sedangkan suara kereta api yang bergerak mendekat semakin besar?

Berdasarkan rumusan masalah diatas, rumuskan hipotesis anda pada kolom dibawah ini!

**Hipotesis:**

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

## Pengumpulan Data



Untuk menguji hipotesis, kumpulkanlah data melalui percobaan dengan menggunakan simulasi Virtual Laboratory berikut ini !

### Langkah Kerja

8. Buka program simulasi bunyi (sound) pada aplikasi PhET.
9. Pilih 'Dengarkan Suara Tunggal'.



10. Atur posisi pengamat tepat didepan sumber bunyi.
11. Amati dan catat apa yang terjadi.

12. Pindahkan posisi pengamat tepat di tengah pancaran gelombang.



13. Amati dan catat apa yang terjadi.  
14. Pindahkan posisi pengamat pada ujung terjauh gelombang.



### Pengolahan Data

Berdasarkan hasil pengamatan diatas, isilah pertanyaan-pertanyaan berikut ini!

- Jelaskan perbedaan cepat rambat gelombang bunyi pada berbagai zat (cair, gas, dan padat)  
Jawab: .....
- Jelaskan hubungan antara frekuensi bunyi yang didengar oleh pendengar dan frekuensi bunyi yang berasal dari sumber bunyi tertentu  
Jawab: .....
- Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya frekuensi yang didengar oleh pendengar

### Menarik Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diatas, rumuskan kesimpulan yang anda peroleh di bawah ini!

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

Presentasikan hasil pengamatan dan kesimpulan kelompok anda di depan kelas !

.....*Good Luck*.....

# Marcing Scame & THB

## Marking Scheme Tes Hasil Belajar

### Materi Gelombang Bunyi

No.	Indikator	Soal	Jawaban Soal Essay	Tingkat kognitif	Skor	Total skor
1.	Mejelaskan pengertian bunyi	Jelaskan pengertian bunyi	Bunyi adalah getaran yang dihasilkan yang dapat merambat melalui medium gas, cair dan padat dan memiliki beberapa sifat tertentu	C1	5	5
3.	Membedakan infrasonic, audiosonik, dan ultrasonik	Jelaskan Perbedaan antara infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik!	Infrasonik adalah bunyi yang memiliki frekuensi dibawah 20 Hz. audiosonik adalah bunyi yang memiliki frekuensi antara 20 Hz – 20000 Hz. Ultrasonik adalah bunyi yang memiliki frekuensi diatas 20000 Hz. Perbedaannya adalah pada infrasonik dan ultrasonik tidak dapat didengar oleh manusia, sedangkan audiosonik dapat didengar oleh telinga manusia.	C <sub>2</sub>	5	5
2.	Menjelaskan perbedaan cepat rambat gelombang bunyi pada berbagai zat	Jelaskan perbedaan cepat rambat gelombang bunyi pada zat padat, zat cair, dan zat gas !	Perbedaan cepat rambat gelombang bunyi pada zat padat, zat cair, dan zat gas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• cepat rambat bunyi pada zat padat dipengaruhi oleh modulus elastisitas material,</li> <li>• cepat rambat bunyi pada zat cair</li> </ul>	C <sub>2</sub>	1 2 2	7

			<p>dipengaruhi oleh modulus bulk</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cepat rambat pada zat gas dipengaruhi oleh tekanan gas</li> </ul>		2	
4.	Menjelaskan proses terjadinya gema	Jelaskan mengapa saat seseorang berteriak dari atas tebing terjadi gema!	Pada saat seseorang berteriak di atas tebing bunyi merambat sebagai gelombang didaerah yang sangat luas dan ketika gelombang bunyi menabrak benda yang keras maka akan dipantulkan kembali gelombang bunyi tersebut. Karena melalui perjalanan yang cukup panjang, pantulan bunyi baru sampai pada orang tersebut setelah beberapa saat.	C <sub>3</sub>	5	5
5.	Menghitung jarak pantul bunyi	Seorang anak berteriak menghadap dinding pantul. Empat detik kemudian terdengar bunyi pantulnya. Bila cepat rambat bunyi pada saat itu 340 m/s, maka hitunglah jarak anak dengan dinding pantulnya!	<p>Dik : <math>t = 4 \text{ s}</math>  <math>v = 340 \text{ m/s}</math>  Dit : <math>s \dots ?</math>  <math>2s = v \cdot t</math>  <math>2s = 4 \text{ s} \times 340 \text{ m/s}</math>  <math>s = 680 \text{ m}</math></p>	C <sub>3</sub>	0.5 0.5 0.5 0.5 1 2	5

6.	Menguraikan perbedaan frekuensi bunyi yang didengar pengamat pada dua kemungkinan keadaan	Sebuah mobil ambulans bergerak dengan kelajuan 30 m/s sambil membunyikan sirine yang menghasilkan frekuensi 900 Hz. Perbedaan frekuensi yang terdengar oleh seseorang yang diam dipinggir jalan ketika ambulans mendekati dan menjauhinya jika cepat rambat bunyi di udara saat itu 340 m/s adalah . . .	<p>Dik : <math>v_s = 30 \text{ m/s}</math>  <math>f_s = 900 \text{ Hz}</math>  <math>v = 340 \text{ m/s}</math>  Dit : <math>\Delta f_p = \dots\dots?</math></p> <p>Penyelesaian:</p> <p>Ketika mobil mendekati pendengar:</p> $f_p = \frac{v + v_p}{v - v_s} f_s$ $f_p = \frac{340 + 0}{340 - 30} 900$ $f_p = \frac{340}{310} 900 \text{ Hz}$ $f_p = 987 \text{ Hz}$ <p>Ketika mobil menjauhi pendengar</p> $f_p = \frac{v + v_p}{v + v_s} f_s$ $f_p = \frac{340 + 0}{340 + 30} 900$ $f_p = \frac{340}{370} 900 \text{ Hz}$ $f_p = 827 \text{ Hz}$ <p>perbedaan frekuensi yang terdengar oleh seseorang yang diam dipinggir jalan ketika ambulans mendekati dan menjauhinya adalah</p>	C <sub>4</sub>	0.5 0.5 0.5 0.5  1 1 1  1	<b>10</b>
----	---	--	---	----------------	--	-----------

			987 Hz – 827 Hz = 160 Hz		1 1 1	
7.	Menghitung cepat rambat gelombang bunyi	1. Sebuah sumber bunyi mempunyai frekuensi 320 Hz dengan panjang gelombang 8 m. hitunglah cepat rambat gelombang bunyi yang dihasilkan !	2 Dik : $\lambda = 8 \text{ m}$ $f = 320 \text{ Hz}$ Dit : $v = \dots\dots$ $v = \lambda f = 8 \text{ m} \times 320 \text{ Hz}$ $v = 2560 \text{ m/s}$	$C_3$	0.5 0.5 2 3 2	<b>8</b>

8	Menghitung frekuensi yang didengar pengamat pada efek Doppler	2. Mobil pemadam kebakaran sedang bergerak dengan laju $20 \text{ m.s}^{-1}$ sambil membunyikan sirine pada frekuensi $400 \text{ Hz}$ (cepat rambat bunyi $300 \text{ m.s}^{-1}$ ). Jika mobil pemadam kebakaran bergerak menjauhi seseorang yang sedang berdiri di tepi jalan, maka orang tersebut akan mendengar frekuensi sirine pada frekuensi....	3 Dik : $v = 300 \text{ m/s}$ $v_p = 0$ $v_s = 20 \text{ m/s}$ $f_s = 400 \text{ Hz}$ Dit : $f_p = \dots?$ $f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} f_s$ $f_p = \frac{300 \pm 0}{300 \pm 20} 400 \text{ Hz}$ $f_p = \frac{300}{320} 400 \text{ Hz}$ $f_p = \frac{120000}{320}$ $f_p = 375 \text{ Hz}$	C <sub>4</sub>	0.5 0.5 0.5 0.5 2 2 2	8
9	Membuktikan bahwa bunyi merambat sebagai gelombang	Berikan bukti bahwa bunyi merambat sebagai gelombang!	Bunyi merambat sebagai gelombang karena bunyi memiliki sifat-sifat gelombang yaitu dapat dipantulkan, dapat dibiaskan, mengalami difraksi, mengalami interferensi, dan mengalami pelayangan.	C <sub>4</sub>	8	8
<b>JUMLAH SKOR</b>						<b>61</b>

Perhitungan Nilai akhir dalam skala 1-100 sebagai berikut :

$$\text{Nilai akhir} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{117} \times 100$$

**Mengetahui**  
**Guru Mata Pelajaran**

**Linda Suronoto, S.Pd**

**Gorontalo, April 2017**

**Ketua Peneliti**

**Tirtawaty Abdjul, M.Pd**

### Tes Hasil Belajar

1. Jelaskan pengertian bunyi
2. Jelaskan pengertian dari infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik!
3. Jelaskan perbedaan cepat rambat gelombang bunyi pada zat padat, zat cair, dan zat gas !
4. Jelaskan mengapa saat seseorang berteriak dari atas tebing terjadi gema!
5. Seorang anak berteriak menghadap dinding pantul. Empat detik kemudian terdengar bunyi pantulnya. Bila cepat rambat bunyi pada saat itu 340 m/s, maka hitunglah jarak anak dengan dinding pantulnya!
6. Sebuah mobil ambulans bergerak dengan kelajuan 30 m/s sambil membunyikan sirine yang menghasilkan frekuensi 900 Hz. Perbedaan frekuensi yang terdengar oleh seseorang yang diam dipinggir jalan ketika ambulans mendekati dan menjauhinya jika cepat rambat bunyi di udara saat itu 340 m/s adalah . . .
7. Sebuah sumber bunyi mempunyai frekuensi 320 Hz dengan panjang gelombang 8 m. hitunglah cepat rambat gelombang bunyi yang dihasilkan !
8. Mobil pemadam kebakaran sedang bergerak dengan laju  $20 \text{ m.s}^{-1}$  sambil membunyikan sirine pada frekuensi 400 Hz (cepat rambat bunyi  $300 \text{ m.s}^{-1}$ ). Jika mobil pemadam kebakaran bergerak menjauhi seseorang yang sedang berdiri di tepi jalan, maka orang tersebut akan mendengar frekuensi sirine pada frekuensi....
9. Berikan bukti bahwa bunyi merambat sebagai gelombang!