

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN  
TAKTIL BERBASIS *3D PRINTING* PADA MATERI  
GELOMBANG BAGI PESERTA DIDIK TUNANETRA**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1



Rifqi Waufal Ardiyan  
19104050053

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UIN SUNAN KALIJAGA**

**2026**

## HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

### PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2994/Un.02/DT/PP.00.9/08/2026

Tugas Akhir dengan judul : PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN TAKTIL BERBASIS 3D PRINTING  
PADA MATERI GELOMBANG BAGI PESERTA DIDIK TUNANETRA

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : RIFQI WAUFAL ARDIYAN  
Nomor Induk Mahasiswa : 19104050053  
Telah diujikan pada : Selasa, 18 Agustus 2026  
Nilai ujian Tugas Akhir : A/B

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

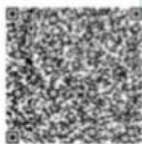
### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Drs. Nur Untoro, M.Si.  
SIGNED

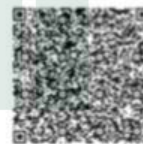
Valid ID: 6a9152ddcc3b4



Penguji I

Norma Sidik Risdianto, S.Pd., M.Sc., Ph.D.  
SIGNED

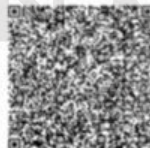
Valid ID: 6a83c3688e902



Penguji II

Iva Nandya Atika, S.Pd., M.Ed.  
SIGNED

Valid ID: 6a83d9299e607



Yogyakarta, 18 Agustus 2026  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan  
Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd.  
SIGNED

Valid ID: 6a9168358a928

## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

### SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir  
Lamp. : -

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Rifqi Waufal Ardiyan  
NIM : 19104050053  
Judul Skripsi : Pengembangan Media Pembelajaran Taktil Berbasis 3D  
Printing Pada Materi Gelombang Bagi Peserta Didik  
Tunanetra

Sudah dapat diajukan kepada Program Studi Pendidikan Biologi Islam Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Pendidikan Biologi.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara/i tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 12 Agustus 2026  
Yang menyatakan

  
Drs. Nur Untoro, M.Si.  
NIP. 1961126 199603 1 001

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rifqi Waufal Ardiyan  
NIM : 19104050053  
Program Studi : Pendidikan Fisika  
Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul : *Pengembangan Media Pembelajaran Taktil Berbasis 3D Printing Pada Materi Gelombang Bagi Peserta Didik Tunanetra* adalah hasil karya pribadi dan sepanjang pengetahuan penyusun tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian – bagian tertentu yang penyusun ambil sebagai acuan dengan mengikuti tata penulisan ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 12 Agustus 2026  
Yang menyatakan



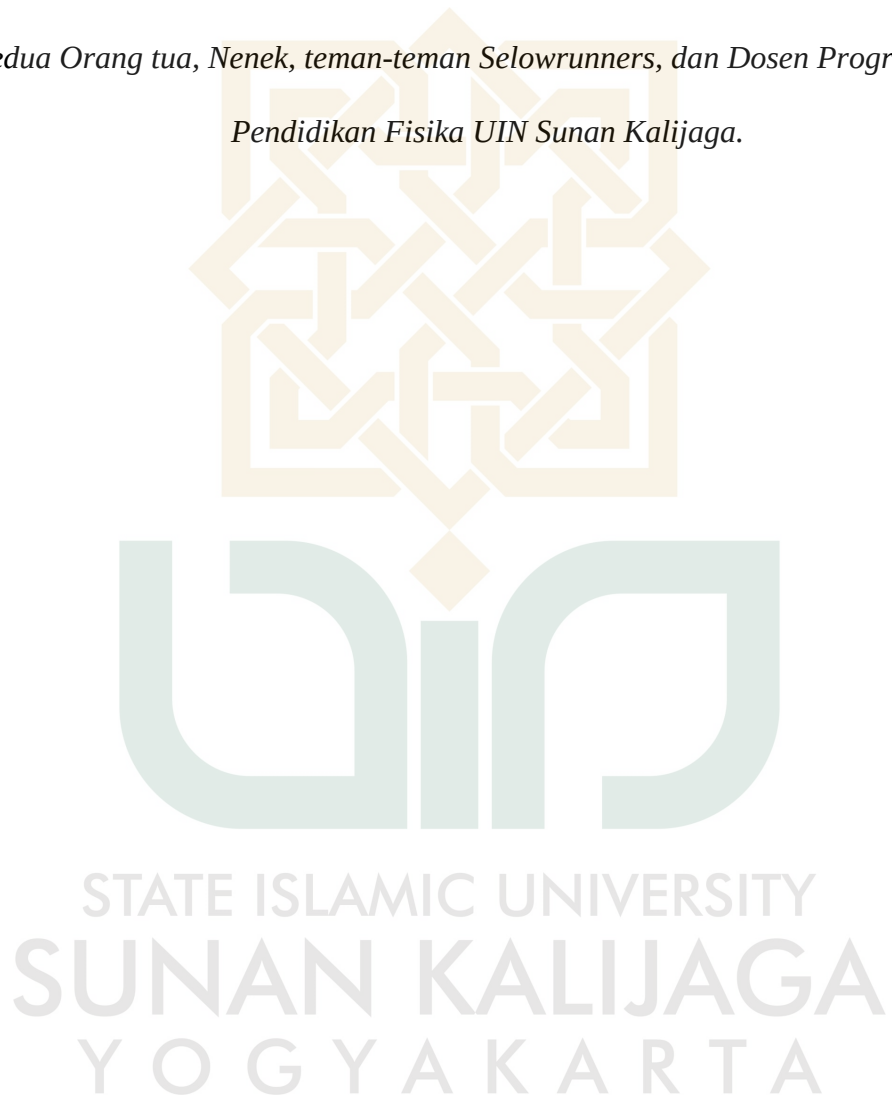
Rifqi Waufal Ardiyan  
NIM. 19104050053

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Dengan penuh rasa syukur atas segala nikmat dan karunia yang telah diberikan  
oleh Allah SWT. Saya persembahkan karya skripsi ini kepada:*

*Kedua Orang tua, Nenek, teman-teman Selowrunners, dan Dosen Program Studi  
Pendidikan Fisika UIN Sunan Kalijaga.*



## MOTTO

*“Tetep murup senjata padangmu ora sepiro. ”*

(Tetaplah bersinar meskipun cahayamu tak seberapa)



## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*

*Alhamdulillah Rabbil 'Alamin.* Puji syukur atas kehadiran Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad Saw., yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah menuju ke zaman yang terang benderang dan semoga kita semua mendapatkan syafaatnya kelak di hari kiamat nanti.

Atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Taktil Berbasis *3D Printing* Pada Materi Gelombang Bagi Peserta Didik Tunanetra” guna memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Tanpa mengurangi rasa hormat, penulis mengucapkan banyak terima kasih dari lubuk hati yang paling dalam kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Sutrisno dan Ibu Windarti terima kasih untuk segala doa, kasih sayang, perjuangan, dukungan serta motivasi dan semangat yang tiada henti selalu tercurahkan.
2. Nenek Penulis, Ibu Prapto yang senantiasa mengingatkan penulis untuk segera menyelesaikan studi.
3. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D., selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga.
4. Bapak Prof. Dr. Sigit Purnama, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga.

5. Ibu Iva Nandya Atika, S.Pd., M.Ed., selaku Ketua Progam Studi Pendidikan Fisika UIN Sunan Kalijaga.
6. Bapak Drs. Nur Untoro, M.Si., selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga untuk membimbing dan selalu memberikan semangat, dorongan, dan arahan selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak Norma Sidik Risdianto, S.Pd., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Penguji I dan Ibu Iva Nandya Atika, S.Pd., M.Ed., selaku Dosen Penguji II, terima kasih atas segala saran, masukan, serta arahan dalam penyusunan skripsi ini.
8. Segenap Dosen dan Karyawan Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama penyusunan skripsi.
9. Teman-teman Pendidikan Fisika 2019 yang telah menemani perjalanan studi penulis.

Yogyakarta, 16 Agustus

2026

Penulis

Rifqi Waufal Ardiyan

# **DEVELOPMENT OF 3D PRINTING BASED TACTILE LEARNING MEDIA ON WAVE MATERIALS FOR VISUALLY IMPAIRED STUDENTS**

**RIFQI WAUFAL ARDIYAN**

**19104050053**

## **ABSTRACT**

Education is a human right guaranteed to every citizen, including students with special needs such as visually impaired learners, who require a learning approach that accommodates tactile (touch-based) and auditory (hearing-based) learning characteristics. In physics lessons, wave topics particularly the concepts of transversal and longitudinal waves are difficult for visually impaired students to understand because they are mostly presented through visual representations. A preliminary study at MTs LB/A Yaketunis Yogyakarta found that the available tactile teaching aids were still limited and mostly assembled manually from heterogeneous materials, resulting in inconsistent shapes, poor durability, and difficulty in reproduction. This study aims to develop 3D Printing-based tactile learning media on wave topics for visually impaired students. The resulting product consists of two tactile teaching aids transversal and longitudinal wave models made from Polylactic Acid (PLA) filament and equipped with Braille labels and a Quick Guide Book. The product was validated by two material experts and two media experts using a five-point Likert-scale instrument. The results showed a feasibility percentage of 85.0% for the material aspect and 93.6% for the media aspect, with a combined percentage of 89.6%, both falling into the "Very Feasible" category according to Widoyoko's (2012) criteria. The completeness of material and Braille readability aspects obtained the highest scores, while the aspect linking the material to daily life obtained a relatively lower score, though it remained feasible. These findings indicate that the developed 3D Printing-based tactile learning media is feasible for use as a physics learning medium for visually impaired students.

**Keywords:** tactile learning media, 3D Printing, wave topics, visually impaired students, development model

# **PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN TAKTIL BERBASIS 3D PRINTING PADA MATERI GELOMBANG UNTUK PESERTA DIDIK TUNANETRA**

**RIFQI WAUFAL ARDIYAN**  
**19104050053**

## **INTISARI**

Pendidikan merupakan hak asasi manusia yang dijamin untuk setiap warga negara, termasuk peserta didik berkebutuhan khusus seperti pembelajar tunanetra, yang membutuhkan pendekatan pembelajaran yang mengakomodasi karakteristik belajar taktil (perabaan) dan auditori (pendengaran). Dalam pelajaran fisika, materi gelombang khususnya konsep gelombang transversal dan longitudinal sulit dipahami oleh peserta didik tunanetra karena sebagian besar disajikan melalui representasi visual. Studi pendahuluan di MTs LB/A Yaketunis Yogyakarta menemukan bahwa alat peraga taktil yang tersedia masih terbatas dan sebagian besar dirakit secara manual dari bahan-bahan yang heterogen, sehingga menghasilkan bentuk yang tidak konsisten, ketahanan yang buruk, serta sulit untuk direproduksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran taktil berbasis *3D Printing* pada materi gelombang untuk peserta didik tunanetra. Produk yang dihasilkan terdiri dari dua alat peraga taktil model gelombang transversal dan longitudinal yang terbuat dari filamen *Polylactic Acid* (PLA) serta dilengkapi dengan label Braille dan Buku Panduan Cepat (*Quick Guide Book*). Produk ini divalidasi oleh dua ahli materi dan dua ahli media menggunakan instrumen skala Likert lima poin. Hasil penelitian menunjukkan persentase kelayakan sebesar 85,0% dari aspek materi dan 93,6% dari aspek media, dengan persentase gabungan sebesar 89,6%, di mana keduanya masuk dalam kategori "Sangat Layak" menurut kriteria Widoyoko (2012). Aspek kelengkapan materi dan keterbacaan Braille memperoleh skor tertinggi, sedangkan aspek yang menghubungkan materi dengan kehidupan sehari-hari memperoleh skor yang relatif lebih rendah namun tetap layak. Temuan ini menunjukkan bahwa media pembelajaran taktil berbasis *3D Printing* yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika bagi peserta didik tunanetra.

**Kata Kunci:** media pembelajaran taktil, *3D Printing*, materi gelombang, peserta didik tunanetra, model pengembangan

## DAFTAR ISI

|                                              |             |
|----------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....              | <b>ii</b>   |
| <b>SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI</b> .....       | <b>iii</b>  |
| <b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....       | <b>iv</b>   |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....             | <b>v</b>    |
| <b>MOTTO</b> .....                           | <b>vi</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                  | <b>vii</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....                        | <b>ix</b>   |
| <b>INTISARI</b> .....                        | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                      | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                    | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                   | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                 | <b>xv</b>   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....               | <b>1</b>    |
| A. Latar Belakang Masalah.....               | 1           |
| B. Identifikasi Masalah .....                | 5           |
| C. Batasan Masalah.....                      | 5           |
| D. Rumusan Masalah .....                     | 6           |
| E. Tujuan Penelitian .....                   | 6           |
| F. Manfaat Penelitian .....                  | 6           |
| G. Spesifikasi Produk Yang Dikembangkan..... | 7           |
| H. Keterbatasan Penelitian .....             | 8           |
| I. Definisi Istilah.....                     | 8           |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....           | <b>11</b>   |
| A. Kajian Teori .....                        | 11          |
| B. Kerangka Berfikir.....                    | 25          |

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>             | <b>26</b> |
| A. Model Pengembangan.....                         | 26        |
| B. Prosedur Pengembangan .....                     | 26        |
| C. Subjek Penelitian.....                          | 30        |
| D. Jenis Data .....                                | 30        |
| <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b> | <b>34</b> |
| A. Hasil Penelitian .....                          | 34        |
| B. Pembahasan.....                                 | 45        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>            | <b>49</b> |
| A. Kesimpulan .....                                | 49        |
| B. Keterbatasan Pengembangan.....                  | 49        |
| C. Saran .....                                     | 50        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                         | <b>51</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                               | <b>53</b> |

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR TABEL

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Jenis Media Pembelajaran.....                 | 14 |
| Tabel 3. 1 Kriteria Penilaian .....                      | 31 |
| Tabel 3. 2 Kriteria Penilaian .....                      | 32 |
| Tabel 3. 3 Hasil Persentase Kelayakan .....              | 33 |
| Tabel 4. 1 Keterangan Alat Gelombang Longitudinal .....  | 36 |
| Tabel 4. 2 Keterangan Alat Gelombang Transversal .....   | 37 |
| Tabel 4. 3 Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Materi ..... | 39 |
| Tabel 4. 4 Kritik dan Saran Validator Ahli Materi .....  | 42 |
| Tabel 4. 5 Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Media.....   | 42 |
| Tabel 4. 6 Kritik dan Saran Validator Ahli Media.....    | 45 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Bagan Fungsi Media Pembelajaran.....            | 17 |
| Gambar 2. 2 Gelombang transversal.....                      | 23 |
| Gambar 2. 3 Gelombang Longitudinal .....                    | 24 |
| Gambar 2. 4 Kerangka Berfikir.....                          | 25 |
| Gambar 4. 1 <i>3D Printing</i> Gelombang Longitudinal ..... | 35 |
| Gambar 4. 2 <i>3D Printing</i> Gelombang Transversal .....  | 37 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1. Lembar Instrumen Validasi InstrumenLampiran .....       | 53 |
| Lampiran 2. Lembar Validasi oleh Ahli Materi.....                   | 56 |
| Lampiran 3. Lembar Validasi oleh Ahli Media .....                   | 59 |
| Lampiran 4. Lembar Penilaian oleh Ahli Materi .....                 | 62 |
| Lampiran 5. Instrumen Penilaian oleh Ahli Media.....                | 65 |
| Lampiran 6. Hasil Validasi oleh Ahli Materi 1.....                  | 68 |
| Lampiran 7. Hasil Validasi oleh Ahli Materi 2.....                  | 69 |
| Lampiran 8. Hasil Perhitungan Data Ahli Materi .....                | 70 |
| Lampiran 9. Lembar Validasi oleh Ahli Media 1 .....                 | 71 |
| Lampiran 10. Lembar Validasi oleh Ahli Media 2 .....                | 72 |
| Lampiran 11. Hasil Perhitungan Data Ahli Media.....                 | 73 |
| Lampiran 12. Buku Panduan Singkat ( <i>Quick Guide Book</i> ) ..... | 74 |
| Lampiran 13. Surat Izin Penelitian.....                             | 80 |
| Lampiran 14. Curriculum Vitae .....                                 | 81 |

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Pendidikan merupakan hak dasar yang diterima oleh setiap warga negara, hal tersebut berperan penting dalam mengembangkan potensi individu dan meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Hak memperoleh pendidikan telah dijamin dalam Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 Pasal 31 ayat (1) yang menyatakan bahwa setiap warga negara berhak mendapatkan pendidikan. Ketentuan tersebut menunjukkan bahwa pendidikan harus diberikan kepada seluruh individu tanpa terkecuali, termasuk didalamnya peserta didik berkebutuhan khusus yang memerlukan layanan pendidikan sesuai dengan karakteristik dan kebutuhannya.

Penyelenggaraan pendidikan bagi peserta didik berkebutuhan khusus merupakan salah satu wujud implementasi pendidikan yang inklusif dan berkeadilan. Pendidikan inklusif menekankan bahwa setiap peserta didik memiliki kesempatan yang sama untuk memperoleh pembelajaran yang bermutu melalui penyediaan lingkungan belajar, strategi pembelajaran, serta sumber belajar yang mampu mengakomodasi keberagaman karakteristik peserta didik. Oleh karena itu, penyediaan sarana dan perangkat pembelajaran yang sesuai menjadi salah satu aspek penting dalam mewujudkan layanan pendidikan yang dapat diakses oleh seluruh peserta didik.

Salah satu kelompok peserta didik berkebutuhan khusus yang memerlukan layanan pembelajaran sesuai karakteristiknya adalah peserta didik tunanetra. Sunardi dkk. (2011) menjelaskan bahwa tunanetra merupakan kondisi individu yang mengalami hambatan pada fungsi penglihatan, baik secara total maupun sebagian, sehingga mengalami keterbatasan dalam memperoleh informasi visual. Hambatan tersebut

menyebabkan peserta didik tunanetra memiliki karakteristik belajar yang berbeda dibandingkan peserta didik reguler, terutama dalam memperoleh, mengolah, dan memahami informasi yang sebagian besar disajikan melalui bentuk visual.

Winarti (2015) menyatakan bahwa prinsip dasar pendidikan inklusi harus mampu mengakomodasi berbagai gaya dan kecepatan belajar, serta menjamin diberikannya pendidikan berkualitas kepada semua peserta didik melalui penyusunan kurikulum yang tepat, pengorganisasian yang baik, pemilihan strategi pengajaran yang tepat, pemanfaatan sumber daya sebaik-baiknya, dan penggalangan kemitraan dengan masyarakat sekitar.

Dalam proses pembelajaran, peserta didik tunanetra cenderung memanfaatkan indera lain, terutama indera peraba dan pendengaran, untuk memperoleh informasi. Oleh karena itu, pembelajaran bagi peserta didik tunanetra memerlukan pendekatan yang mampu menghadirkan pengalaman belajar melalui berbagai modalitas sensorik. Penyediaan alat peraga yang dapat dieksplorasi secara langsung melalui indera peraba menjadi salah satu alternatif untuk membantu peserta didik tunanetra membangun pemahaman terhadap suatu konsep.

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam, khususnya pada bidang ilmu Fisika, memiliki karakteristik supaya peserta didik memahami hubungan antara konsep, model, dan fenomena alam. Beberapa konsep dalam Fisika mengharuskan peserta didik membangun representasi konseptual terhadap fenomena yang tidak dapat diamati secara langsung. Peserta didik perlu menghubungkan berbagai bentuk representasi, seperti model, simbol, gambar, maupun penjelasan verbal, agar dapat memahami suatu konsep secara utuh. Kondisi tersebut menjadi tantangan tersendiri bagi peserta didik tunanetra karena sebagian besar representasi dalam pembelajaran Fisika masih banyak disampaikan melalui informasi visual.

Salah satu materi Fisika yang membutuhkan kemampuan membangun representasi konseptual adalah materi gelombang. Konsep gelombang melibatkan berbagai fenomena yang tidak dapat diamati secara

langsung, seperti arah rambat gelombang, arah getaran partikel, serta karakteristik gelombang longitudinal dan gelombang transversal. Pada peserta didik reguler, konsep tersebut umumnya didukung melalui gambar, animasi, grafik, maupun demonstrasi visual. Namun, bagi peserta didik tunanetra, bentuk representasi tersebut belum dapat diakses secara optimal sehingga diperlukan alat peraga yang mampu menyajikan konsep melalui bentuk tiga dimensi yang dapat diamati melalui indera peraba.

Permasalahan tersebut juga ditemukan berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan di MTs LB/A Yaketunis Yogyakarta. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran IPA, proses pembelajaran IPA masih banyak dilakukan melalui metode ceramah dan penggunaan sumber belajar yang tersedia. Metode tersebut dapat membantu peserta didik ketika materi berkaitan dengan pengalaman sehari-hari, tetapi kurang optimal untuk materi yang membutuhkan representasi bentuk, gerak, dan hubungan antarbagian seperti konsep gelombang. Keterbatasan alat peraga yang sesuai menyebabkan peserta didik tunanetra memiliki keterbatasan dalam memperoleh pengalaman belajar secara konkret.

Alat peraga memiliki peran penting dalam pembelajaran karena mampu membantu memperjelas penyampaian konsep yang sulit dipahami hanya melalui penjelasan verbal. Sadiman dkk. (2009) menjelaskan bahwa penggunaan media pembelajaran dapat membantu mengurangi penyampaian informasi yang bersifat verbalistik serta memberikan pengalaman belajar yang bermakna. Bagi peserta didik tunanetra, alat peraga berbasis taktil menjadi semakin penting karena dapat memberikan kesempatan untuk mengeksplorasi bentuk, struktur, dan hubungan antar objek melalui indera peraba.

Pengembangan alat peraga bagi peserta didik tunanetra telah dilakukan oleh beberapa peneliti, salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Ayi Muthi Nahdiyanti dengan judul “Pengembangan Alat Peraga Gelombang Longitudinal Disertai Audiobook untuk Peserta Didik

Tunanetra Kelas VIII MTs LB/A Yaketunis Yogyakarta”. Penelitian tersebut menghasilkan alat peraga gelombang yang dilengkapi dengan audiobook sebagai alternatif sumber belajar bagi peserta didik tunanetra. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengembangan alat peraga berbasis pengalaman taktil dan pendengaran dapat menjadi salah satu upaya dalam menyediakan pembelajaran IPA yang lebih aksesibel bagi peserta didik tunanetra.

Meskipun penelitian tersebut telah memberikan kontribusi dalam pengembangan alat peraga bagi peserta didik tunanetra, masih terdapat aspek yang dapat dikembangkan lebih lanjut. Alat peraga yang dikembangkan sebelumnya menggunakan beberapa jenis material yang dirancang dan dirakit secara manual. Kondisi tersebut memiliki tantangan dalam aspek konsistensi bentuk, ketahanan penggunaan, serta reproduksi produk apabila diperlukan pengembangan dalam jumlah yang lebih banyak. Diperlukan pengembangan alat peraga yang tidak hanya memperhatikan aspek fungsi pembelajaran, melainkan mempertimbangkan aspek desain produk, ketahanan material, dan kemudahan reproduksi.

Perkembangan teknologi manufaktur digital, khususnya teknologi *3D Printing*, memberikan peluang dalam pengembangan alat peraga pembelajaran yang lebih presisi dan terstandar. Teknologi *3D Printing* memungkinkan pembuatan objek tiga dimensi berdasarkan desain digital sehingga bentuk dan ukuran produk dapat dikontrol secara lebih konsisten. Penggunaan teknologi tersebut dalam pengembangan alat peraga bagi peserta didik tunanetra berpotensi menghasilkan produk yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran berbasis taktil.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian ini menghadirkan pengembangan alat peraga berbasis teknologi *3D Printing* pada materi gelombang bagi peserta didik tunanetra. Pengembangan alat peraga dilakukan menggunakan material *Polylactic Acid* (PLA) yang memiliki karakteristik ringan, aman digunakan, serta sesuai untuk pembuatan objek tiga dimensi. Melalui penerapan teknologi *3D Printing*, alat peraga yang

dikembangkan diharapkan memiliki desain yang lebih presisi, konsisten, dan dapat mendukung proses pembelajaran IPA bagi peserta didik tunanetra.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan penelitian pengembangan untuk menghasilkan alat peraga berbasis teknologi *3D Printing* pada materi gelombang bagi peserta didik tunanetra. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat peraga serta mengetahui tingkat kelayakan produk berdasarkan hasil validasi para ahli.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, dapat diperoleh identifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Pembelajaran IPA bagi peserta didik tunanetra masih memiliki kendala karena sebagian besar materi disajikan dalam bentuk visual sehingga sulit diakses secara optimal
2. Rendahnya pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang yang tergolong rumit.
3. Ketersediaan media pembelajaran taktil pada materi gelombang bagi peserta didik tunanetra masih terbatas.

## **C. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) menggunakan model pengembangan 4-D yang dibatasi sampai tahap *Development*, yaitu validasi produk oleh ahli.
2. Materi yang dikembangkan dibatasi hanya pada materi gelombang, yaitu konsep gelombang transversal dan gelombang longitudinal.
3. Subjek validasi terdiri atas ahli materi dan ahli media.
4. Penelitian difokuskan pada penilaian kelayakan produk berdasarkan hasil validasi para ahli dan belum menguji kepraktisan maupun efektivitas media pada peserta didik.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah paparkan, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil pengembangan media pembelajaran taktil berbasis *3D Printing* pada materi gelombang bagi peserta didik tunanetra menggunakan model pengembangan 4-D?
2. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran taktil berbasis *3D Printing* pada materi gelombang bagi peserta didik tunanetra berdasarkan hasil validasi para ahli?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan dilakukannya penelitian ini antara lain:

1. Mengembangkan media pembelajaran taktil berbasis *3D Printing* pada materi gelombang bagi peserta didik tunanetra menggunakan model pengembangan 4-D.
2. Mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran taktil berbasis *3D Printing* pada materi gelombang bagi peserta didik tunanetra berdasarkan hasil validasi para ahli.

#### **F. Manfaat Penelitian**

##### **1. Manfaat Teoritis**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan pengetahuan di bidang pendidikan ilmu Fisika, khususnya terkait pengembangan media pembelajaran taktil berbasis *3D Printing* pada materi gelombang bagi peserta didik tunanetra. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pengembangan media pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan peserta didik tunanetra.

## 2. Manfaat Praktis

- a. Bagi peserta didik tunanetra, media pembelajaran yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi alternatif sumber belajar yang membantu peserta didik tunanetra memperoleh representasi konsep gelombang melalui pengalaman taktil.
- b. Bagi guru, media yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi alternatif untuk menyajikan konsep gelombang secara lebih konkret dan sesuai dengan karakteristik peserta didik tunanetra.
- c. Bagi sesama peneliti, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk pengembangan media pembelajaran taktil berbasis *3D Printing* maupun penelitian lanjutan yang menguji penggunaan dan efektivitas media bagi peserta didik tunanetra.
- d. Bagi sekolah, hasil penelitian diharapkan dapat menjadi salah satu referensi dalam penyediaan dan pengembangan media pembelajaran yang aksesibel bagi peserta didik tunanetra.

## G. Spesifikasi Produk Yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Produk yang dikembangkan merupakan sumber belajar berbentuk tiga dimensi dengan materi pokok gelombang.
2. Produk yang dikembangkan yakni model fisik gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Model gelombang transversal dilengkapi dengan relief taktil yang dapat diraba oleh peserta didik untuk mengenali bagian puncak, lembah, dan panjang gelombang, sedangkan model gelombang longitudinal dilengkapi dengan pola rapatan dan renggangan berbentuk koin yang dapat diraba untuk mengenali bagian rapatan, regangan, dan panjang gelombang. Ukuran produk
3. Produk ini merupakan sumber belajar berbentuk tiga dimensi yang di dalamnya memuat judul materi pokok serta representasi bentuk gelombang transversal dan gelombang longitudinal.

4. Produk yang dikembangkan berupa alat peraga taktual yang terbuat dari bahan PLA (*Polylactic Acid*) dan dilengkapi dengan keterangan dalam huruf Braille.
5. Media pembelajaran dilengkapi dengan buku panduan penggunaan yang memuat petunjuk penggunaan media, tujuan pembelajaran, penjelasan bagian-bagian media, dan langkah-langkah penggunaan media pada materi gelombang.
6. Produk yang dikembangkan mudah untuk diperbanyak dan disebarluaskan dengan kualitas yang seragam pada setiap produknya.

#### **H. Keterbatasan Penelitian**

Penelitian pengembangan media pembelajaran taktil pada materi gelombang bagi peserta didik tunanetra memiliki beberapa keterbatasan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4-D yang dibatasi sampai tahap *Development*, sehingga tahap *Disseminate* tidak dilaksanakan.
2. Penelitian ini hanya mengembangkan media pembelajaran taktil untuk merepresentasikan gelombang transversal dan gelombang longitudinal.
3. Penilaian media dalam penelitian ini hanya dilakukan melalui validasi para ahli dan belum melibatkan uji coba langsung kepada peserta didik tunanetra.
4. Penelitian ini hanya menilai kelayakan media berdasarkan hasil validasi para ahli dan belum mengukur efektivitas media terhadap pemahaman atau hasil belajar peserta didik tunanetra.

#### **I. Definisi Istilah**

Supaya menghindari perbedaan penafsiran terhadap istilah yang digunakan dalam penelitian, definisi istilah dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut.

## 1. Media Tiga Dimensi

Menurut Rachman, Paidi, dan Widowati (2018), media pembelajaran tiga dimensi digunakan sebagai media pembelajaran IPA bagi peserta didik difabel netra. Media tiga dimensi memberikan bentuk objek yang dapat digunakan sebagai representasi konkret dalam pembelajaran sehingga peserta didik dapat memperoleh informasi melalui pengalaman perabaan.

Berdasarkan pengertian tersebut, media tiga dimensi dalam penelitian ini merupakan media pembelajaran berbentuk objek yang memiliki panjang, lebar, dan tinggi serta dapat dieksplorasi melalui indera peraba. Media tiga dimensi yang dikembangkan berupa model gelombang transversal dan gelombang longitudinal yang dibuat menggunakan teknologi *3D Printing* untuk membantu peserta didik tunanetra memahami konsep gelombang.

## 2. Getaran dan Gelombang

Menurut Surya (2009), getaran merupakan gerak bolak-balik yang terjadi secara teratur di sekitar titik setimbang, sedangkan gelombang merupakan perambatan energi dari satu tempat ke tempat lain tanpa membawa materi yang dilaluinya. Konsep gelombang dapat dibedakan berdasarkan arah getarnya terhadap arah rambatnya, antara lain gelombang transversal dan gelombang longitudinal.

Getaran dan gelombang yang dimaksud dalam penelitian ini dibatasi pada konsep gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Kedua konsep tersebut direpresentasikan dalam bentuk media pembelajaran taktil berbasis *3D Printing* agar karakteristik dan perbedaan arah getar serta arah rambat kedua jenis gelombang dapat dikenali melalui indera peraba.

## 3. Peserta Didik Berkebutuhan Khusus

Menurut Heward, peserta didik berkebutuhan khusus merupakan peserta didik yang memiliki karakteristik atau kondisi tertentu sehingga memerlukan pelayanan pendidikan yang disesuaikan

dengan kebutuhan dan karakteristiknya. Peserta didik berkebutuhan khusus dapat memiliki kebutuhan yang berkaitan dengan aspek fisik, sensorik, intelektual, emosional, maupun kondisi lainnya.

Peserta didik berkebutuhan khusus yang dimaksud dalam penelitian ini adalah peserta didik tunanetra yang menjadi sasaran pengembangan media pembelajaran taktil pada materi gelombang.

#### **4. Tunanetra**

Tunanetra adalah suatu kondisi individu yang mengalami hambatan atau keterbatasan dalam fungsi penglihatan sehingga memerlukan penyesuaian dalam memperoleh dan mengolah informasi. Secara umum, tunanetra mencakup individu yang mengalami kebutaan maupun individu yang masih memiliki sisa penglihatan (*low vision*).

Tunanetra merujuk pada peserta didik yang mengalami hambatan fungsi penglihatan dan menjadi sasaran pengembangan media pembelajaran taktil. Media dikembangkan dengan memanfaatkan indera peraba sebagai salah satu sarana untuk memperoleh informasi mengenai konsep gelombang. Menurut Somantri (2012) tunanetra dibagi menjadi dua, yaitu: (1) buta, jika sama sekali tidak mampu menerima rangsang cahaya dari luar visusnya dan (2) *low vision*, bila ketajaman penglihatannya kurang dari 6/21.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah dihasilkan alat pembelajaran taktil berbasis *3D Printing* gelombang untuk peserta didik tunanetra berupa dua alat peraga taktil tiga dimensi, yaitu model gelombang transversal dan model gelombang longitudinal. Model gelombang transversal dilengkapi relief taktil untuk mengenali puncak, lembah, dan panjang gelombang, sedangkan model gelombang longitudinal dilengkapi pola rapatan dan renggangan yang dapat diraba, dan keduanya dilengkapi keterangan dalam huruf Braille.
2. Tingkat kelayakan produk tiga dimensi pada materi gelombang diuji melalui validasi ahli materi dan ahli media. Hasil validasi ahli materi memperoleh persentase kelayakan sebesar 85,0% dan hasil validasi ahli media memperoleh persentase kelayakan sebesar 93,6%, dengan persentase gabungan sebesar 89,6%. Merujuk pada kriteria Widoyoko (2012), ketiga capaian tersebut berada pada kategori "Sangat Layak", sehingga produk ini dapat dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran bagi peserta didik tunanetra.

#### **B. Keterbatasan Pengembangan**

Penelitian pengembangan ini memiliki keterbatasan pengembangan antara lain:

1. Produk yang dikembangkan hanya mencakup dua alat peraga, yaitu media pembelajaran taktil berbasis *3D Printing* gelombang transversal dan gelombang longitudinal pada sub-materi gelombang, dan belum mencakup sub-materi gelombang lain seperti gelombang elektromagnetik.
2. Reproduksi maupun perbaikan produk bergantung pada ketersediaan printer 3 dimensi, filamen PLA, serta berkas desain digital (Adobe Illustrator dan

Blender), sehingga produk belum dapat diproduksi secara massal tanpa dukungan perangkat dan keterampilan teknis yang memadai.

3. Penelitian ini hanya dibatasi sampai pada tahap *Development* (validasi produk oleh ahli materi dan ahli media), dan belum dilanjutkan ke tahap *Disseminate* (penyebarluasan) sebagaimana pada model pengembangan 4-D secara utuh.
4. Data penilaian dari guru dan respon peserta didik tunanetra di MTs LB/A Yaketunis Yogyakarta belum diikutsertakan secara lengkap dalam laporan ini, sehingga kesimpulan mengenai kelayakan produk baru didasarkan pada hasil validasi ahli.

### C. Saran

Penelitian ini merupakan pengembangan media pembelajaran taktil berbasis *3D Printing* bagi peserta didik tunanetra pada materi gelombang. Perlu dilakukan tindak lanjut untuk memperoleh media pembelajaran yang lebih baik dan berkualitas. Sehingga peneliti menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan uji coba produk dan uji respon secara langsung kepada guru dan peserta didik tunanetra di MTs LB/A Yaketunis Yogyakarta, sehingga diperoleh data empiris mengenai kelayakan produk dari sisi pengguna.
2. Bagi peneliti selanjutnya, pengembangan dapat dilanjutkan hingga tahap *Disseminate* agar produk dapat disebarluaskan dan digunakan pada sekolah luar biasa bagian tunanetra lain.
3. Pengembangan lebih lanjut dapat mencakup sub-materi gelombang lain, seperti gelombang elektromagnetik, dengan pendekatan taktual berbasis *3D Printing* yang serupa.
4. Perlu dipertimbangkan pengemasan produk dalam bentuk kotak kit yang praktis agar alat peraga lebih mudah disimpan, dipindahkan, dan didistribusikan ke sekolah luar biasa lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, A. (2014). *Media pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Arsyad, A. (2015). *Media pembelajaran* (Edisi revisi). Jakarta: Rajawali Pers.
- Crow, L. D., & Crow, A. (1984). *Educational psychology*. New York: American Book Company.
- Daryanto. (2015). *Media pembelajaran: Peranannya sangat penting dalam mencapai tujuan pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.
- Djamarah, S. B., & Zain, A. (2013). *Strategi belajar mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Gagne, R. M. (1985). *The conditions of learning and theory of instruction* (4th ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Gibson, I., Rosen, D., & Stucker, B. (2021). *Additive manufacturing technologies: 3D Printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing* (3rd ed.). Cham: Springer.
- Halliday, D., & Resnick, R. (2011). *Fundamentals of physics* (9th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Hallahan, D. P., & Kauffman, J. M. (2006). *Exceptional learners: An introduction to special education* (10th ed.). Boston: Pearson.
- Miarso, Y., & Rusman. (2013). *Menyemai benih teknologi pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Moller, T., & Haines, E. (2018). *Real-time rendering* (4th ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Nahdiyanti, A. M. (2020). *Pengembangan alat peraga gelombang longitudinal disertai audiobook untuk peserta didik tunanetra kelas VIII MTs LB/A Yaketunis Yogyakarta* (Skripsi). UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Nasution, S. (2003). *Berbagai pendekatan dalam proses belajar dan mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Rachman, D., Paidi, & Widowati, A. (2018). Pengembangan media pembelajaran tiga dimensi bagi peserta didik difabel netra. *Jurnal Pendidikan Sains*.
- Sadiman, A. S., Rahardjo, R., Haryono, A., & Rahardjito. (2009). *Media pendidikan: Pengertian, pengembangan, dan pemanfaatannya*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sadiman, A. S. (2014). *Media pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers.

- Sanjaya, W. (2011). *Strategi pembelajaran berorientasi standar proses pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Sardiman, A. M. (2011). *Interaksi dan motivasi belajar mengajar*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Somantri, T. S. (2012). *Psikologi anak luar biasa*. Bandung: Refika Aditama.
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sujana, A. (2014). *Statistika untuk penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sunardi, & Sunaryo. (2007). *Intervensi dini anak berkebutuhan khusus*. Jakarta: Depdiknas.
- Surya, Y. (2009). *Getaran dan gelombang*. Tangerang: PT Bina Sumber Daya MIPA.
- Sutarto, & Indrawati. (2010). Peran fisika dalam perkembangan IPTEKS. *Jurnal Pendidikan Fisika*.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*. Bloomington: Indiana University.
- Widoyoko, E. P. (2012). *Teknik penyusunan instrumen penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Winkel, W. S. (2009). *Psikologi pengajaran*. Yogyakarta: Media Abadi.