

## **Pemanfaatan Objek 3D Printing Sebagai Pengembangan Media Pembelajaran Bangun Ruang Berbasis Arduino Untuk Siswa Penyandang Tunanetra**

### **Arianti**

Universitas Sriwijaya, Indonesia  
[ariantalex@gmail.com](mailto:ariantalex@gmail.com)

### **Badar Alpian**

Universitas Sriwijaya, Indonesia  
[fcbdadar1234@gmail.com](mailto:fcbdadar1234@gmail.com)

### **Mochamad Ghazali Al Fahrezi**

Universitas Sriwijaya, Indonesia  
[ghazaliah111@gmail.com](mailto:ghazaliah111@gmail.com)

### **M. Apriyadi Tri Putra**

Universitas Sriwijaya, Indonesia  
[apriyaditriputra@gmail.com](mailto:apriyaditriputra@gmail.com)

### **Priti**

Universitas Sriwijaya, Indonesia  
[prishihab10@gmail.com](mailto:prishihab10@gmail.com)

### **Rudi Hermawan**

Universitas Sriwijaya, Indonesia  
[rudihermawan@fkip.unsri.ac.id](mailto:rudihermawan@fkip.unsri.ac.id)

---

DOI: <https://doi.org/10.14421/njpi.2023.v3i3-11>

---

### **Abstract**

*Mantera Media Development is a project aimed at creating effective learning materials for visually impaired students. These materials utilize 3D printing technology and are based on Arduino technology. The development process follows a Research and Development (R&D) methodology with a prototype model approach. This project was conducted at Sriwijaya University's Mechanical Engineering Education Laboratory. The validation results for the learning materials were impressive. Material*

*validation using a Likert scale yielded a perfect score of 100%, indicating high appropriateness and validity. Media validation, assessed using Guttman theory, scored 91%, signifying the media's strong suitability and validity. As a result, these learning materials are considered highly feasible and ready for use in teaching build space concepts to visually impaired students. Mantera's development promises to address the challenges faced in learning space construction, potentially enhancing cognitive and tactile skills. Additionally, it introduces technology-packaged media to the educational landscape.*

**Keywords:** *Build Space, 3D Printing, Arduino*

## **Abstrak**

Pengembangan Media Mantera adalah proyek yang bertujuan untuk menciptakan bahan belajar yang efektif bagi siswa tunanetra. Bahan-bahan ini menggunakan teknologi *3D Printing* dan berbasis teknologi Arduino. Proses pengembangan mengikuti metodologi Penelitian dan Pengembangan (R&D) dengan pendekatan model prototipe. Proyek ini dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya. Hasil validasi untuk bahan pembelajaran ini sangat mengesankan. Validasi materi dengan menggunakan skala Likert mendapatkan skor sempurna 100%, menunjukkan tingkat kesesuaian dan validitas yang tinggi. Validasi media, yang dievaluasi dengan menggunakan teori Guttman, mendapatkan skor 91%, menunjukkan kesesuaian dan validitas media yang kuat. Sebagai hasilnya, bahan pembelajaran ini dianggap sangat layak dan siap digunakan dalam mengajar konsep bangun ruang kepada siswa tunanetra. Pengembangan Mantera diharapkan dapat mengatasi tantangan dalam pembelajaran konstruksi ruang, dengan potensi meningkatkan keterampilan kognitif dan taktil. Selain itu, proyek ini memperkenalkan media yang dikemas dalam teknologi ke dalam dunia pendidikan.

**Kata kunci:** *Bangun Ruang, 3D Printing, Arduino*

## **Pendahuluan**

Pendidikan merupakan salah satu hal yang menjadi peran dalam pembentukan karakter, dan berkorelasi dengan kemajuan teknologi secara cepat sehingga mempengaruhi segala aspek

kehidupan terutama pada bidang pendidikan. Kemajuan teknologi memberikan pengaruh positif yakni kemudahan dalam proses pembelajaran, namun kemajuan teknologi memberikan pengaruh negatif pada aspek pendidikan.<sup>1</sup> Pengaruh negatif dapat dilihat dari pendidikan Indonesia pada 2021 tergolong rendah yang mana menduduki peringkat 54 dari 78 negara. Padahal perkembangan teknologi seharusnya memberikan dampak positif yang besar namun secara signifikan belum memberikan dampak untuk membawa arus pendidikan Indonesia yang lebih baik.

Pada dunia pendidikan banyak sekali disiplin ilmu yang dipelajari salah satunya yaitu ilmu matematika. Ilmu matematika menjadi alat yang mendukung di berbagai aspek kehidupan serta mempunyai tingkatan urgensi yang tinggi bagi kemajuan pendidikan di Indonesia. Dalam mengembangkan keterampilan matematika maka seseorang harus mempelajari dan memahami secara komprehensif, dan matematika dapat menjadi bahasa keseharian dalam penyampaian pesan seperti bentuk masalah yang meliputi bagan, rumus, dan tabel.<sup>2</sup> Namun permasalahan yang terjadi dalam mempelajari matematika yang berdasarkan data Programme For International Assessment (PISA) bahwa kemampuan matematika, sains, dan membaca di Indonesia tergolong rendah dengan posisi peringkat 72 dari 78 negara. Permasalahan dari rendahnya kemampuan tersebut sangat memperhatikan sehingga perlunya kontribusi atau alternatif yang baik untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Dibalik keadaan pendidikan dan ilmu matematika di Indonesia terbilang memperhatikan. Selain itu, terdapat permasalahan besar yang menimpa siswa dengan memiliki

---

<sup>1</sup> Akbar, A. Dan Noviani, N. 2019. Tantangan dan Solusi dalam Perkembangan Teknologi Pendidikan di Indonesia. Palembang: Universitas PGRI Palembang.

<sup>2</sup> Rahayu, L. D., dan Kusumah, A. B. 2019. Peran Pendidikan Matematika di Era Globalisasi. *Prosiding Sendika*, 5(1).

keterbatasan fisik atau disabilitas para penyandang tunanetra. Tunanetra merupakan suatu kondisi dari mata atau deria penglihatan yang tidak berfungsi sehingga menjadi keterbatasan atau ketidakmampuan melihat. Tunanetra menjadi suatu kerugian yang disebabkan oleh kerusakan organ mata, baik secara anatomis ataupun fisiologis. Maka dari itu, tunanetra digolongkan menjadi dua yakni *total blind* (buta total), dan *low vision* (ketajaman penglihatan kurang dari 6/21). Kemampuan anak berkebutuhan khusus yakni tunanetra tidak dapat diberi perlakuan yang sama dengan anak normal sebab memiliki kesulitan dalam pemahaman yang melibatkan penglihatan. Keterbatasan atau kesulitan yang dialami oleh tunanetra memberikan hambatan untuk menguasai kemampuan baik secara keterampilan sosial atau lainnya sehingga memanfaatkan dengan meraba, dan menajamkan pendengarannya untuk memperoleh kepekaan dan membaca sesuai situasi yang ada.<sup>3</sup>

Siswa penyandang tunanetra memerlukan inisiatif lebih tinggi untuk memahami informasi dari lingkungan sekitar melalui indera perabaan meskipun sulit.<sup>4</sup> Pada umumnya siswa penyandang tunanetra juga memiliki keterbatasan lain yaitu kognitif, orientasi mobilitas dan interaksi sosial. Siswa penyandang tunanetra membutuhkan keterampilan komunikasi untuk berinisiatif pada keterampilan penjelasan dari perantara secara verbal.<sup>5</sup> Tidak sedikit siswa di Indonesia yang memiliki permasalahan penglihatan yang mana berdasarkan data Kemenkes

---

<sup>3</sup> Praptaningrum, A. 2020. Penerapan Bahan Ajar Audio Untuk Anak Tunanetra Tingkat SMP di Indonesia. *Jurnal Teknologi Pendidikan Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pembelajaran*, 5(1), 1-19.

<sup>4</sup> Hallahah, D. P, Kauffman, J. M., dan Pullen, P. C. 2019. *Exceptional Learner An Introduction To Special Education 14th Edition. USA: Pearson.*

<sup>5</sup> Handoyo, R. R. 2022. Analisis Teori Belajar dalam Metode Pembelajaran Membaca Braille pada Anak Tunanetra. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 5(1), 60-70.

RI total penyandang tunanetra di Indonesia mencapai 1,5%. Jika jumlah populasi Indonesia saat ini 250 juta jiwa maka setidaknya terdapat 3.750.000 jiwa penyandang tunanetra dan 40% dari data tersebut didominasi anak sekolah usia 6-18 tahun.

Salah satu metode dalam membantu mengatasi permasalahan siswa penyandang tunanetra adalah media pembelajaran menggunakan huruf braille pada pembelajaran sehari-hari. Media pembelajaran merupakan alat perantara yang dijadikan saluran untuk menerima pesan, merangsang pikiran, perhatian, perasaan, dan kemauan sehingga terdorong dalam pembelajaran dan dapat memperoleh informasi berdasarkan tujuan pembelajaran yang dicapai. Melalui penerapan media pembelajaran suatu proses akan menjadi efektif dan efisien. Dalam hal inilah yang menjadi acuan bahwa media pembelajaran bagian integral dari proses pendidikan dan aspek yang perlu dipenuhi karena memiliki nilai fungsional dalam pendidikan.<sup>6</sup> Sedangkan media huruf braille yaitu media yang bersistem tulisan sentuh untuk membantu penyandang tunanetra dalam memperoleh informasi dan keterampilan.<sup>7</sup> Maka dari itu, penerapan media pembelajaran membantu aktivitas antara interaksi guru dan siswa untuk menjadikan pembelajaran yang efektif dan efisien dengan memperhatikan aspek kebutuhan siswa. Manfaat besaran dari media yakni dapat memahami materi pelajaran yang homogen, pembelajaran menjadi interaktif, meningkatkan kualitas hasil belajar, menumbuhkan sifat produktif dan dapat dilakukan kapan saja dan dimana saja.<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup> Abi hamid, M., Ramadhani, R., Masrul, M., Juliana, J., Safitri, M., Munsarif, M., dan Simarmata, J. 2020. *Media Pembelajaran*. Yayasan Kita Menulis.

<sup>7</sup> Pamungkas, F. Y., dan Kurniasari, R. 2022. Pengaruh Penggunaan Media Promosi Gizi dengan Huruf Braille bagi Penyandang Tunanetra: Literature Review. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 5(7), 769-774.

<sup>8</sup> Karo-karo, I. R., dan Rohani, R. 2018. Manfaat Media dalam Pembelajaran. *AXIOM: Jurnal Pendidikan dan Matematika*, 7(1).

Studi penelitian A menyatakan dalam penggunaan bahan pembelajaran dengan huruf braille hanya menekankan aspek keterampilan tactual, sedangkan persepsi yang berkaitan adalah aspek kognitif belum menjadi prioritas. Padahal kemampuan anak penyandang tunanetra terbatas pada kecakapan indera perabaan dalam membedakan titik dan kesulitan memahami konfigurasi bentuk huruf dengan kemiripan pola, sehingga peneliti menyarankan untuk penerapan multisensor dalam penggunaan braille untuk membantu pembelajaran siswa penyandang tunanetra.<sup>9</sup> Sedangkan studi penelitian B menyatakan bahwa aplikasi media pembelajaran papan koordinat kartesius berkode braille untuk siswa penyandang tunanetra sangat valid dengan skor 4,85 teruji praktis, dan skor 4,375 respon persentase siswa penyandang tunanetra merujuk positif 90,625%.<sup>10</sup> Namun belum terdapat penelitian mengenai pengaplikasian media dengan objek 3D printing dan sensor arduino sebagai alat bantu untuk media pembelajaran matematika yakni bangun ruang.

3D *printing* merupakan proses dimana suatu objek padat 3D dari berbagai bentuk yang dapat dibuat secara digital. Hal ini didukung oleh pemanfaatan teknologi industri 4.0. Pemanfaatan 3D *printing* dapat meningkatkan kemampuan dan pengetahuan karena membantu pada perbaikan kualitas pendidikan dalam aspek pembelajaran. 3D *printing* dapat diimplementasikan dalam media pembelajaran khususnya pembelajaran matematika. Hal tersebut berperan untuk dimanfaatkan di jenjang sekolah dasar karena secara psikologis anak sekolah dasar belum mampu untuk

---

<sup>9</sup> Handoyo, R. R. 2022. Analisis Teori Belajar dalam Metode Pembelajaran Membaca Braille pada Anak Tunanetra. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 5(1), 60-70.

<sup>10</sup> Rusmatiningsih, D. K., Astuti, E. P., dan Purwoko, R. Y. 2020. Mengatasi Kesulitan Belajar Matematika pada Siswa Tunanetra melalui Pengembangan Media Pandikar Berkode Braille. *Fabonacci: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 6(2), 105-114.

memahami sesuatu pembelajaran atau penjelasan yang abstrak. Maka dari itu, siswa di jenjang sekolah dasar cenderung melihat dan merasakan secara langsung untuk memahami dari suatu pembelajaran.<sup>11</sup>

Arduino merupakan suatu sistem dasar yang terdiri dari *hardware* dan *software* dengan mengutamakan kemudahan penggunaannya. Dasar dari arduino ialah mikrokontroler.<sup>12</sup> Dasar atau modul yang dimiliki arduino berbasis mikrokontroler atmel AVR Atmega 328. Arduino membantu untuk memudahkan dalam merancang *prototype* elektronik. Modul tersebut memiliki 14 pin digital *input* atau *output*, 6 analog *input*, dan 5 volt *power input* yang disediakan melalui *power supply* eksternal ataupun konektor USB yang disediakan. Masing-masing pin digital dapat berfungsi sebagai *input* atau *output* berdasarkan kebutuhan pengguna yang dapat dipilih melalui *coding*.<sup>13</sup>

Sensor *infrared* merupakan bagian dari elektronik yang dapat mengidentifikasi fitur di suatu lingkungan sekitar dengan mendeteksi radiasi inframerah yang dapat bekerja dengan jarak 3-80 cm secara efektif.<sup>14</sup> Proses kerja dalam mendeteksi radiasi inframerah ketika modul sensor di depan objek maka memperoleh pantulan cahaya dengan intensitas yang diatur sensitivitasnya berdasarkan potensiometer. Nilai yang dihasilkan yakni *high* dan *low*. Adapun sensor TCS3200 merupakan jenis sensor yang mengidentifikasi warna. Sensor ini dapat membedakan jenis warna

---

<sup>11</sup> Maula, L. H. 2019. 3D Printing dan Media Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar. *Jurnal Pesona Dasar*, 7(2), 50-57.

<sup>12</sup> Ahyadi, Z. *Belajar Antarmuka Arduino Secara Cepat*. Deepublish.

<sup>13</sup> Artono, B., dan Putra, R.G. 2018. Penerapan Internet of Things (IoT) untuk Kontrol Lampu Menggunakan Arduino berbasis Web. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, 5(1), 9-16.

<sup>14</sup> Kurniawan, F., dan Surahman, A. 2021. Sistem Keamanan Pada Perlintasan Kereta Api Menggunakan Sensor Infrared Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, 2(1), 7-12.

sebagai pemilih dan pengendali kerja di perangkat kelistrikan yang ada.<sup>15</sup>

Oleh karena itu, berdasarkan permasalahan yang ada saat ini maka diperlukan sebuah solusi yang tepat untuk membantu siswa penyandang tunanetra dalam belajar secara maksimal dengan memanfaatkan teknologi dari inovasi penulis yaitu mantera (media belajar tunanetra) untuk pembelajaran matematika pada materi bangun ruang. Mantera membantu siswa penyandang tunanetra untuk memahami pembelajaran matematika yakni bangun ruang karena didukung dengan pemanfaatan meraba, dan pendengaran. Cara kerja mantera akan memperkenalkan bangun ruang secara sistematis melalui pemanfaatan objek 3D *printing* dan sensor *arduino audio player*. Mantera akan bekerja dengan mendeteksi sensor pantulan cahaya tangan dengan jarak 20 cm dan memberikan suara dalam menjelaskan bagian-bagian yang diraba oleh tunanetra sehingga membantu tunanetra memahami materi bangun ruang. Mantera juga dapat dilakukan secara pendampingan dan mandiri karena dikemas dengan baik dan aman melalui kecerdasan buatan. Hadirnya pengembangan mantera dapat meningkatkan kemampuan secara khusus bagi siswa penyandang tunanetra dalam pembelajaran secara kognitif, keterampilan, dan juga mengenalkan media yang memanfaatkan teknologi.

Berdasarkan latar belakang di atas, siswa penyandang tunanetra dapat memiliki variasi dalam pembelajaran selain memanfaatkan teknologi juga mampu memenuhi kebutuhan secara kognitif dan tactual. Hal ini dikarenakan pada penelitian terdahulu menyebutkan bahwa dalam penggunaan media belajar braille hanya menekankan pada aspek tactual bukan kognitif. Maka

---

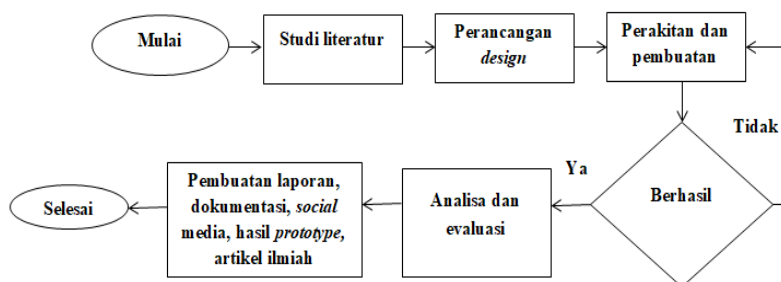
<sup>15</sup> Risfendra, R. dan Rosyid, M. H. 2020. Color Sensor Application on Electric Drives. *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 2(1), 1-10.



pengembangan mantera dirancang secara khusus untuk memenuhi kebutuhan siswa penyandang tunanetra dan memaksimalkan potensi teknologi pada pendidikan matematika.

## Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam pengembangan media ini yaitu jenis metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan *prototype model*. *Prototype model* merupakan suatu pendekatan yang mengumpulkan informasi mengenai kebutuhan secara tepat pada media atau perangkat yang akan di kembangkan.<sup>16</sup> Pelaksanaan dalam mengembangkan media pembelajaran (mantera) dilakukan di Laboratorium Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya. Adapun langkah-langkah pelaksanaan dari media yang dikembangkan dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1. *Flowchart* Pelaksanaan

Teknik pengumpulan data pada pengembangan media ini meliputi: studi literatur, observasi, angket, dan pengujian media ke siswa. Teknik studi literatur dalam penelitian dilakukan dengan mencari referensi terkait penelitian relevan untuk memperkuat dasar teori dalam melakukan pembuatan dengan bentuk pengembangan media pembelajaran. Pelaksanaan

<sup>16</sup> Nugraha, Y. 2020. Information System Development with Comparison of Waterfall and Prototyping Models. *JURNAL RISTEC: Research in Information Systems and Technology*, 1(1), 126-131.

observasi dilakukan secara langsung sekaligus melakukan wawancara terbuka di SLB-A PRPCN Palembang. Angket pada penelitian ini berupa lembar angket validasi. Angket validasi tersebut diberikan kepada ahli/pakar untuk mengetahui kelayakan media pembelajaran yang dikembangkan. Pengujicobaan media ke siswa untuk mengetahui hasil dan respon dari implementasi media mantera. Lalu teknik pengolahan data dilakukan dengan perhitungan skala likert untuk hasil validasi media, dan perhitungan guttman untuk hasil validasi materi.

## **Hasil dan Pembahasan**

Pengembangan ini berfokus pada pengembangan media pembelajaran bangun ruang berbasis arduino untuk siswa penyandang tunanetra. Adapun tahapan yang dilakukan dalam pengembangan media pembelajaran tersebut diuraikan sebagai berikut.

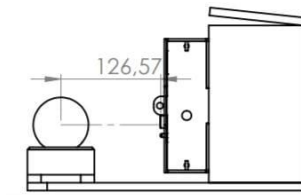
### **Studi Literatur dan Observasi**

Pada tahapan studi literatur dilakukan untuk mencari referensi terkait penelitian yang relevan. Lalu, beberapa referensi yang diperoleh akan dipelajari, dikaji, dan dianalisis dengan tujuan untuk memperkuat dasar teori dalam melakukan pembuatan dengan bentuk pengembangan media pembelajaran. Referensi tersebut terkait pada kebutuhan siswa penyandang. Tidak hanya itu, tetapi didukung oleh hasil observasi langsung di SLB-A PRPCN bahwa siswa penyandang tunanetra masih sulit memahami pembelajaran matematika karena perlunya media yang sifat konkret dan memberikan informasi yang tepat.

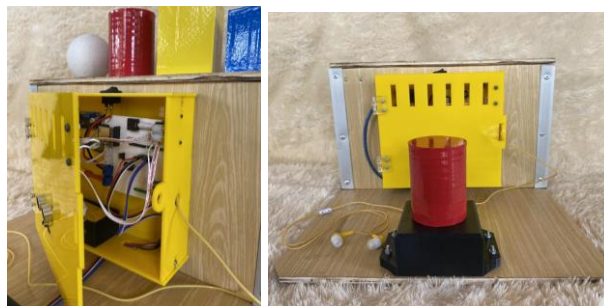
### **Tahap Perancangan *Design***

Perancangan merupakan tahap awal untuk menyampaikan ide berdasarkan teori-teori yang relevan. Perancangan ini dilakukan dengan memilih komponen yang digunakan dan data

fisik dari bahan untuk memperoleh alat yang sesuai berdasarkan spesifikasi kebutuhan. Terdapat 2 tahap dalam perancangan *design* yakni: pertama, perancangan produk yang terdiri dari perancangan elektronik dan mekanik. Kedua, perancangan *software* meliputi program yang akan dimasukkan ke mikrokontroler. Mikrokontroler yang digunakan yaitu arduino uno karena memiliki ukuran relatif kecil sehingga penempatannya akan fleksibel. Arduino uno merupakan papan mikrokontroler berbasis Atmega328 yang dikeluarkan oleh perusahaan semikonduktor ATMEL dan menggunakan bahasa C++ sebagai bahasa pemrograman.<sup>17</sup> *Software* yang digunakan adalah arduino IDE yang berfungsi untuk membuat, mengedit suatu kode program, memverifikasi, dan mengunggah kode program ke arduino.



Gambar 2. Desain Teknik Mantera  
Tahap Perakitan dan Pembuatan Mantera



Gambar 3. Produk Mantera

<sup>17</sup> Sokop, S. J., Mamahit, D. J., dan Sompie, S. R. 2016. Trainer Periferal Antamuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 5(3), 13-23.

Perakitan elektronik dan pembuatan mekanik dilakukan di Laboratorium Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya. Sedangkan, *coding* program dilakukan dengan bantuan *software* arduino. Proses ini meliputi:

1. Perakitan kelistrikan dilakukan dengan membuat jalur rangkaian listrik untuk menghubungkan setiap komponen berdasarkan rancangan yang telah ditentukan. Perakitan ini dilakukan pada papan PCB dari design yang dirancang di aplikasi eagle.
2. Pembuatan mekanik meliputi pembuatan produk dengan menggunakan multiplex 1,5 cm tujuannya untuk beban atau bobot dari produk tidak terlalu berat dan tidak mudah rusak.
3. Pembuatan mekanik lainnya meliputi pembuatan kotak komponen dari bahan *acrylic* 4 mm. Kotak komponen ini berfungsi untuk meletakkan seluruh komponen yang digunakan pada mantera. Di dalam kotak komponen terdapat sensor *infrared*, arduino uno, sensor HC, dan *df mini player*.
4. *Color* sensor diletakkan pada tempat peninggi bangun ruang dengan tujuan untuk mendeteksi warna bangun ruang itu sendiri.

#### Tahap Validasi

Dalam pengembangan media pembelajaran Mantera, terdapat dua tahapan validasi yang dilakukan yaitu validasi materi dan media. Berikut paparan validasi yang telah dilaksanakan tersebut:

## 1. Validasi Kesesuaian Materi Bangun Ruang

Tabel 1. Hasil Validasi Materi

No	Komponen Penilaian	Jumlah Nilai	Skor	Kategori
1	Isi	7	100%	Sangat Valid
2	Kontruksi	4	100%	Sangat Valid
3	Bahasa	3	100%	Sangat Valid
Total		14	100%	Sangat Valid

Berdasarkan hasil validasi ahli materi pada salah satu validator di SLB-A PRPCN kota Palembang, mendapatkan hasil bahwa materi media belajar matematika bangun ruang sangat valid dan siap untuk dipergunakan, dilihat pada kesesuaian seluruh komponen penilaian berupa isi materi yakni balok, tabung, kubus, dan bola; kontruksi pada rangka materi dan media; penggunaan bahasa yang sesuai pada angket validasi. Adapun saran dan masukan oleh validator sebelum digunakan secara penuh menjadi sebuah media pembelajaran, agar untuk ditambahkan lagi beberapa bangun ruang yang dapat mendukung pembelajaran dan dapat memperkuat materi.

## 2. Validasi Media

Tabel 2. Hasil Validasi Media

No	Komponen Penilaian	Jumlah Nilai	Skor	Kategori
1	Rekayasa Media	22	88%	Sangat Valid
2	Komunikasi Media	25	100%	Sangat Valid
3	Pemanfaatan Media	30	85%	Sangat Valid
Total		77	91%	Sangat Valid

Berdasarkan hasil yang diperoleh melalui validator ahli media bahwa media belajar matematika tunanetra ini sudah siap

dipergunakan. Dilihat dari komponen penilaian bahwa hasil ketiga komponen tergolong sangat valid dan juga sangat sesuai. Angket validasi yang menunjukkan aspek rekayasa media memperoleh skor 88%, lalu aspek komunikasi audio media 100%, dan aspek pemanfaatan media 85%. Adapun saran dan masukan dari validator media yaitu untuk melakukan perbaikan lebih lanjut agar lebih siap digunakan tanpa adanya kendala atau eror, dan diperkuat keamanannya. Hal lainnya yang berhubungan dengan plug dan kabel usb *play* atau *earphone* agar dapat dilindungi dengan *casing* sehingga awet dan tidak terjadi kerusakan dalam jangka pendek.

#### Tahap Uji Coba

Pada tahap ini dilakukan dengan cara menguji Mantera kepada salah satu siswa di SLB-A PRPCN kota Palembang. Adapun hasil yang didapatkan dari tahap uji coba dirincikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Uji Coba Media Mantera

No	Mekanisme	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
1.	Menghidupkan switch yang ada pada Mantera.	Mantera dalam keadaan hidup dan siap digunakan.	Valid
2.	Arduino akan menyala dan menyiapkan sensor untuk membaca data.	Arduino siap untuk membaca data.	Valid
3.	Pada saat objek 3D printing dipegang maka sensor infrared akan mengirimkan data pada arduino.	Data terbaca oleh sensor yang dikirimkan ke arduino.	Valid

---

4.	DF <i>mini player</i> akan bekerja sesuai perintah arduino untuk memunculkan suara penjelasan dari objek 3D <i>printing</i> sebagai media bangun ruang yang dipilih.	Terdengar audio penjelasan mengenai bangun ruang yang sesuai dengan objek 3D <i>printing</i> yang dipegang.	Valid
----	--	---	-------

---

#### Tahap Analisis dan Evaluasi

Tahap ini dilakukan dengan melihat hasil validasi dan uji coba yang dilakukan oleh siswa. Pada tahapan validasi kesesuaian materi untuk Mantera yaitu mengetahui keselarasan materi bangun ruang yang dipelajari di sekolah dengan materi yang terangkum dalam media pembelajaran Mantera khususnya pada kelas 6 SLB-A PRPCN Palembang. Sedangkan, validasi kelayakan media dilakukan untuk mengetahui kesiapan produk untuk digunakan. Lalu pengujian terbuka kepada siswa memberikan hasil yang valid karena siswa tersebut dapat memahami materi bangun ruang dengan mengenalkan balok, tabung, kubus, dan bola. Artinya pengembangan media mantera sangat membantu dalam pembelajaran bangun ruang bagi siswa penyandang tunanetra yang dapat meningkatkan kemampuan kognitif, dan tactual. Selain itu pemanfaatan media Mantera sebagai bentuk kontribusi mengenalkan media yang terintegrasi teknologi.

Media ini juga tergolong mudah digunakan dengan dibimbing oleh seorang guru atau juga dilakukan secara mandiri. Dalam hal ini ada beberapa saran dan masukan yang menjadi evaluasi dalam pengembangan Mantera, yaitu memastikan tidak adanya eror, plug dan kabel USB *play/ earphone* agar dapat dilindungi dengan *casing* sehingga awet dan tidak terjadi

kerusakan dalam jangka pendek. Namun, secara keseluruhan media pembelajaran Mantera ini sudah siap dipergunakan dan memberikan manfaat pembelajaran bagi siswa penyandang tunanetra.

### **Simpulan**

Berdasarkan proses pengembangan media dengan menghasilkan media pembelajaran Mantera yang menggunakan pendekatan *prototype model* yaitu: 1) Studi literatur dan 0; 2) Perancangan *design*; 3) Perakitan dan pembuatan Mantera; 4) Validitas; 5) Uji Coba; 6) Analisis dan evaluasi. Hasil dari pengembangan media pembelajaran bangun ruang untuk siswa penyandang tunanetra memberikan tingkat kelayakan yang baik atau sangat valid sehingga bisa diimplementasikan secara berkala. Media ini juga bentuk pemanfaatan dari objek *3D Printing* dan pengaplikasian teknologi yang berbasis arduino sehingga media ini dapat membantu siswa penyandang tunanetra dalam pembelajaran bangun ruang. Materi yang dikemas mantera yaitu bangun ruang meliputi balok, tabung, kubus, dan bola. Hadirnya pengembangan media mantera membantu mengatasi kesulitan pembelajaran, meningkatkan kemampuan kognitif, *tactual*, dan sekaligus memperkenalkannya teknologi bagi siswa penyandang tunanetra.

### **Saran**

Pengembangan media ini masih memiliki keterbatasan maka dari itu beberapa saran untuk melakukan pengembangan media ini dengan menambahkan komponen yang mendukung pembelajaran secara efektif, menambahkan bangun ruang lainnya untuk dipelajari dan dikenalkan, dan riset lanjutan *programming* untuk memastikan media tidak terjadi eror apabila saat digunakan.



## Daftar Pustaka

- Abi hamid, M., Ramadhani, R., Masrul, M., Juliana, J., Safitri, M., Munsarif, M., dan Simarmata, J. 2020. *Media Pembelajaran*. Yayasan Kita Menulis.
- Ahyadi, Z. *Belajar Antarmuka Arduino Secara Cepat*. Deepublish.
- Akbar, A. Dan Noviani, N. 2019. Tantangan dan Solusi dalam Perkembangan Teknologi Pendidikan di Indonesia. *Prosiding: Universitas PGRI Palembang*.
- Artono, B., dan Putra, R.G. 2018. Penerapan Internet of Things (IoT) untuk Kontrol Lampu Menggunakan Arduino berbasis Web. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, 5(1), 9-16. <https://doi.org/10.25047/jtit.v5i1.73>.
- Hallahah, D. P, Kauffman, J. M., dan Pullen, P. C. 2019. *Exceptional Learner An Introduction To Special Education 14th Edition*. USA: Pearson.
- Handoyo, R. R. 2022. Analisis Teori Belajar dalam Metode Pembelajaran Membaca Braille pada Anak Tunanetra. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 5(1), 60-70. <https://doi.org/10.30605/jsgp.5.1.2022.1616>.
- Karo-karo, I. R., dan Rohani, R. 2018. Manfaat Media dalam Pembelajaran. *AXIOM: Jurnal Pendidikan dan Matematika*, 7(1). <http://dx.doi.org/10.30821/axiom.v7i1.1778>.
- Kurniawan, F., dan Surahman, A. 2021. Sistem Keamanan Pada Perlintasan Kereta Api Menggunakan Sensor Infrared Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, 2(1), 7-12. <https://doi.org/10.33365/jtst.v2i1.976>.
- Maula, L. H. 2019. 3D Printing dan Media Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar. *Jurnal Pesona Dasar*, 7(2), 50-57. <https://doi.org/10.24815/pear.v7i2.14758>.
- Nugraha, Y. 2020. Information System Development with Comparison of Waterfall and Prototyping Models. *JURNAL RISTEC: Research in Information Systems and Technology*, 1(1), 126-131. <https://doi.org/10.31980/ristec.v1i2.1202>.

- Pamungkas, F. Y., dan Kurniasari, R. 2022. Pengaruh Penggunaan Media Promosi Gizi dengan Huruf Braille bagi Penyandang Tunanetra: Literature Review. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 5(7), 769-774. <https://doi.org/10.56338/mppki.v5i7.2299>.
- Praptaningrum, A. 2020. Penerapan Bahan Ajar Audio Untuk Anak Tunanetra Tingkat SMP di Indonesia. *Jurnal Teknologi Pendidikan Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pembelajaran*, 5(1), 1-19. <https://doi.org/10.33394/jtp.v5i1.2849>.
- Rahayu, L. D., dan Kusumah, A. B. 2019. Peran Pendidikan Matematika di Era Globalisasi. *Prosiding Sendika*, 5(1).
- Risfendra, R. dan Rosyid, M. H. 2020. Color Sensor Application on Electric Drives. *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 2(1), 1-10. <https://doi.org/10.46574/motivection.v2i1.36>.
- Rusmatiningsih, D. K., Astuti, E. P., dan Purwoko, R. Y. 2020. Mengatasi Kesulitan Belajar Matematika pada Siswa Tunanetra melalui Pengembangan Media Pandikar Berkode Braille. *Fabonacci: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 6(2), 105-114. <https://doi.org/10.24853/fbc.6.2.105-114>.
- Sokop, S. J., Mamahit, D. J., dan Sompie, S. R. 2016. Trainer Periferal Antamuka Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 5(3), 13-23. <https://doi.org/10.35793/jtek.v5i3.11999>.