

## Inovasi Desain Produk Melalui Metode Double Diamond Pada Alat Pembelajaran Kelompok Tunanetra Berbasis Rantai Makanan

<sup>1</sup>Putri Kemuning Sary, <sup>2</sup>Ghia Tri Jayanti , <sup>3</sup>R. Moch. Rizal Hafiyah, <sup>4</sup>Handayani Madania Insani

<sup>1,2,3,4</sup> Universitas Pendidikan Indonesia

<sup>1</sup>[putrikemuningsary@upi.edu](mailto:putrikemuningsary@upi.edu), <sup>2</sup>[ghiajayanti@upi.edu](mailto:ghiajayanti@upi.edu), <sup>3</sup>[Hafiyah@upi.edu](mailto:Hafiyah@upi.edu), <sup>4</sup>[HMInsani@upi.edu](mailto:HMInsani@upi.edu)

### Abstrak

Pendidikan khusus seperti Sekolah Luar Biasa, sedang menjadi sorotan masyarakat karena kurangnya pemenuhan akan tunjangan pendidikan. Bukan hanya soal pemenuhan teori, melainkan kurangnya alat penunjang pembelajaran yang khusus dan bukan berupa produk pendidikan umum berpengaruh pada proses pembelajaran. Diperlukan adanya rancangan produk pembelajaran yang tepat guna bagi siswa ABK kelompok tunanetra untuk mencapai pembelajaran sekaligus meningkatkan kemandirian siswa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan suatu rancangan produk yang dapat membantu Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra sesuai capaian pembelajaran dan kemandirian siswa. Penelitian ini menggunakan metode double diamond yang menghasilkan produk dengan kriteria hasil evaluasi produk pendidikan sebelumnya. Menjawab permasalahan tersebut peneliti menggunakan studi terdahulu dan didapat hasil pengembangan produk yang telah ada menjadi berbentuk segitiga piramida dilengkapi teks Braille sesuai karakter serta brief design studi lapang. Produk ini dirancang tidak hanya sebagai alat bantu pemahaman siswa tunanetra, melainkan sebagai perangkat yang dapat melatih kemandirian siswa.

**Kata kunci:** Anak Berkebutuhan Khusus, Tunanetra, Studi Terdahulu, Produk Pendidikan

### Abstract

Special education, such as Special Schools, is in the spotlight of the community because of the lack of fulfillment of educational allowances. It is not only a matter of theoretical fulfillment, but the lack of special learning support tools and not in the form of general education products affects the learning process. It is necessary to design appropriate learning products for visually impaired ABK students to achieve learning while increasing student independence. The purpose of this study is to produce a product design that can help children with special needs (ABK) in the visually impaired group according to the learning outcomes and independence of students. This study uses the double diamond method that produces products with the criteria of the results of the evaluation of previous educational products. Answering these problems, the researcher used previous studies and obtained the results of developing existing products into a pyramid triangle shape equipped with Braille text according to characters and a field study brief design. This product is designed not only as a tool to help visually impaired students understand, but also as a device that can train students' independence.

**Keywords:** Children with Special Needs, Blindness, Previous Studies, Educational Products

### 1 Pendahuluan

Dalam satu dekade terakhir, dengan perkembangan zaman yang semakin mementingkan aspek kemajuan teknologi, Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) menjadi sorotan masyarakat dan pemerintah dalam menjalankan pendidikan. Pemenuhan terkait layanan pendidikan, pembinaan kemampuan, pengembangan bakat, dan aksesibilitas fasilitas umum merupakan aspek penting yang harus diperhatikan bagi ABK. Secara khusus, Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) adalah anak yang memiliki keunikan tersendiri dilihat dari perbedaan secara mental, fisik, atau emosionalnya. Hal tersebut mempengaruhi Anak Berkebutuhan Khusus dalam bersosialisasi, berinteraksi dan menunjukkan potensi bakat yang dimilikinya [1].

ABK dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kelompok sesuai karakteristik dan perilaku anak. Seperti tunanetra, tunarungu, tunagrahita, tunadaksa, autis, dan gangguan perilaku lainnya. Menurut data yang diperoleh dari Kemendikbud per Agustus 2021, menyatakan bahwa jumlah anak berkebutuhan khusus yang bersekolah di SLB atau inklusi sebanyak 269.398 anak. Sementara kategori tingkat disabilitas anak adalah usia 519 tahun dan pada

tahun 2021 populasinya mencapai 66,6 juta jiwa. Hal ini menunjukan, bahwa hanya 12,26% dari total jumlah anak berkebutuhan khusus yang mengikuti pendidikan formal. Data persentase tersebut, menunjukan bahwa ABK yang dapat menempuh pendidikan perlu pertimbangan atas pemenuhan layanan pendidikan di sekolah atau inklusi [2]. Setiap kelompok memerlukan pendekatan yang berbeda dalam pendidikan sesuai karakteristik serta perlakunya. Misalnya pada ABK kelompok tunanetra yang mengalami kehilangan atau gangguan penglihatan, untuk memperoleh pembelajaran setara kelompok ini memerlukan pendekatan berbeda agar dapat memahami dunia sekitar dan mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitar. Penerapan yang dapat membantunya adalah penggunaan materi belajar berupa benda sensoris, bersifat taktil, menggunakan audio dari metode pengajaran yang lebih interaktif. Hilangnya penglihatan mengakibatkan hilangnya informasi terhadap fungsional, sehingga memerlukan kinerja indera lain untuk meningkatkan intensitas yang dirasakan.

Penelitian terdahulu diteliti kembali terkait alat penunjang pembelajaran mementingkan produk bersifat sensoris, taktilitas, serta ramah lingkungan, menjadi pengaruh pembuatan alat pembelajaran bagi Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra. Seperti pada penelitian yang membahas tampilan taktilitas: sebagai panduan untuk desain dan aplikasinya, penelitian ini memberikan peneliti faktor manusia dan desainer antarmuka dengan pengetahuan yang diperlukan untuk membuat desain taktilitas atau pertimbangan produk indera peraba yang efektif. Maka dari itu, penting bagi tenaga pendidik serta desainer untuk mengetahui faktor yang dapat mempengaruhi perkembangan pendidikan pada Anak Berkebutuhan Khusus (ABK), terutama kelompok tunanetra.

Melalui pendekatan kualitatif dengan observasi dan wawancara, ditemukan bahwa meskipun ada alat penunjang pendidikan untuk ABK tunanetra, masih ada kesenjangan dalam pemanfaatannya. Hasil analisis menunjukkan pernyataan masalah terkait ketidaksesuaian alat dengan kebutuhan ABK tunanetra serta kurangnya pemahaman tentang kebutuhan khusus mereka di kalangan penunjang layanan pendidikan. Dari rumusan masalah, ditemukan bahwa tujuan penelitian ini adalah untuk memetakan topik kesenjangan dalam pemanfaatan alat penunjang pendidikan bagi ABK tunanetra terhadap permasalahan terkait ketidaksesuaian alat dengan kebutuhan mereka. Selain itu, tujuan penelitian juga mencakup upaya untuk menyoroti kurangnya pemahaman tentang kebutuhan khusus ABK tunanetra di kalangan penyedia layanan pendidikan. Manfaat penelitian perancangan ini diharapkan dapat meningkatkan layanan pendidikan bagi ABK tunanetra dalam pengaruh dan pemanfaatan alat penunjang melalui inovasi produk pendukung ABK tunanetra. Dengan mengungkapkan kesenjangan dalam pemanfaatan alat penunjang pendidikan bagi ABK tunanetra serta menyoroti ketidaksesuaian alat dengan kebutuhan mereka, akan memicu kesadaran dan tindakan di kalangan para pembuat kebijakan, pelaku pendidikan, dan pengembang alat untuk melakukan perubahan yang diperlukan.

Adanya upaya-upaya ini akan berdampak pada peningkatan ketersediaan alat penunjang yang lebih sesuai dan efektif, serta peningkatan pemahaman dan dukungan bagi ABK tunanetra dalam konteks pendidikan inklusif.

Pada penelitian kualitatif ini, diambil jenis pendekatan *double diamond*, karena pendekatan ini melengkapi faktor yang menyeluruh dalam implementasi serta pemangku kepentingan suatu proyek. Penelitian terstruktur dari subjektivitas peneliti, memerlukan sebuah hipotesis yang nantinya akan ditemukan oleh beberapa tahap metodologi *double diamond*, sehingga menghasilkan solusi atau temuan baru. Hal ini akan memberikan *feedback* antara pengguna dan peneliti.

## 2 Metodologi

Metodologi penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan, dari bulan April hingga Juni tahun 2024. Penelitian terhadap sekolah dilakukan guna memudahkan dan mengetahui cara pembuatan alat penunjang yang baik bagi ABK tunanetra. Berikut merupakan alur penelitian hingga perancangan produk untuk membantu peneliti dalam memudahkan melakukan penelitian.



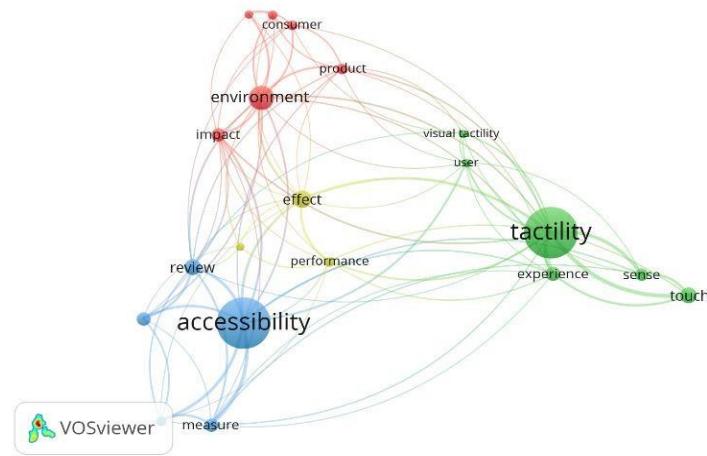
Penelitian ini menggunakan penelitian kualitatif dengan prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis dan biasanya menggunakan instrumen wawancara pada orang yang dituju. Hasil penelitian kualitatif menekankan makna dari generalisasi serta lebih condong bersifat subjektif tergantung alasan dan persepsi seseorang melalui wawancara terpusat. Metode *double diamond* menjadi acuan dalam pembuatan produk yang bertahap, penggunaan metode ini juga menghasilkan perancangan *user experience* untuk membantu desainer dalam pengembangan produk sesuai kebutuhan pengguna. Untuk memperkuat kebutuhan pengguna, diperlukan lagi data statistik untuk menganalisis perkembangan literatur mengenai produk penunjang alat pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus (ABK), salah satunya dengan studi terdahulu bibliometrik dengan software *VosViewer*.

### 3 Diskusi

#### 3.1 Penelitian terdahulu

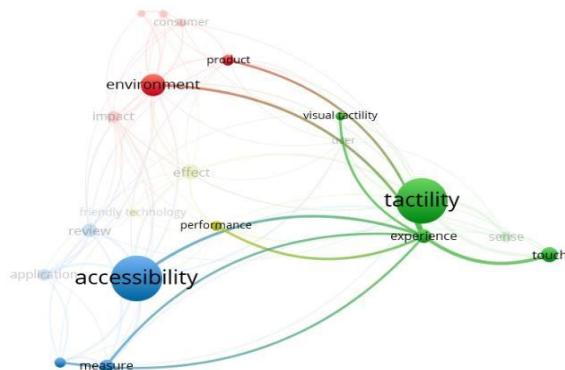
Pada jenis penelitian kualitatif dan pendekatan *double diamond* ini memerlukan juga penelitian terdahulu yang didapat menggunakan *tools Publish or Perish* dan *Vos Viewer* sebagai pertimbangan klaster yang akan dipilih. Adapun kata kunci yang dipilih dari *Publish or Perish* untuk dipindah ke *VosViewer* untuk mengetahui hubungan

bibliometrinya adalah *Tactility*, *Accessibility* dan *Environmentally Friendly*. Berikut merupakan *VosViewer* dari ketiga kata kunci tersebut.



Gambar 1. Vos Viewer Keseluruhan

Dari empat klaster utama di atas, diambil salah satu klaster yang saling berhubungan antar kata kunci. Yaitu pada *experience*. Adapun korelasi yang membentuk klaster adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Vos Viewer Experience User

Pada *experience*, beberapa item memiliki korelasi, diantaranya ada; *tactility*, *visual tactility*, *touch*, *performance*, *accessibility*, *measure*, *product* dan *environment*. Pada penelitian terdahulu, terdapat korelasi yang sama dalam pengungkapan topik terkait tiga kata kunci. Berikut merupakan tabel penelitian terdahulu dari *tools Publish or Perish*.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

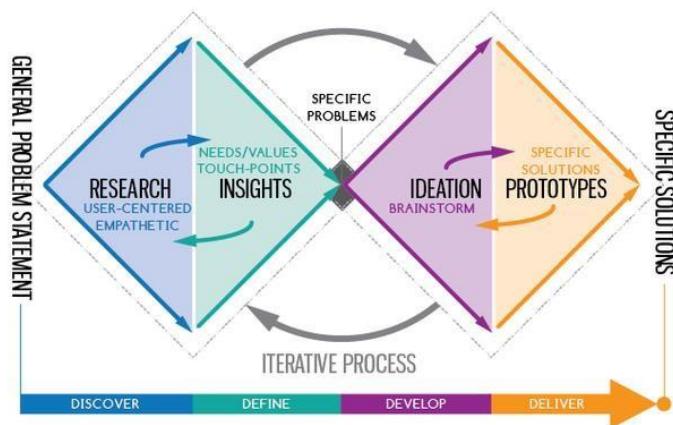
No.	Peneliti/Judul/Jurnal/Penerbit	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Innovation of Icon Packaging Design for Visual Impaired People	Design Thinking Method	Visualisasi pada ikon atau atribut benda pada penyandang tunanetra memerlukan pertimbangan yang lebih, seperti meraba, mengendus atau bahkan menggoyangkan.

2.	Perancangan <i>Board Game</i> Menyusun Kata Pengenalan Nama Buah dengan Menggunakan Braille Sebagai Media Edukasi Anak Tunanetra	Kualitatif	Perancangan <i>Board Game</i> pada anak tunanetra bertujuan untuk membangun komunikasi dan kerjasama. Penggunaan huruf Braille diharapkan berfungsi sebagai alat edukasi yang efektif pada Anak Berkebutuhan Khusus.
----	--	------------	--

### 3.2 Pendekatan Double Diamond

*Double diamond* merupakan metode desain yang didasarkan dari pendekatan *design thinking*, kemudian dikembangkan lagi pada tahun 2005 oleh British Design Council secara sederhana dengan mengorientasikan penyelesaian masalah dan proses desain sebagai fokus utama [3]. Metode ini sering digunakan pada penelitian yang berbasis perancangan untuk menyelesaikan suatu permasalahan dengan solusi berupa desain hingga ke *prototype* produk. Dari adanya alur perancangan menggunakan metode *double diamond* juga membantu memaksimalkan produk sesuai kebutuhan dengan mempertimbangkan *experience* pada pengguna. Metode *double diamond* digambarkan secara terstruktur membentuk belah ketupat.

### Double Diamond DESIGN PROCESS



Gambar 3. Double Diamond Design Process

Dari fokus utama tersebut, dihasilkan empat tahapan, diantaranya adalah:

1. *Discover* (Temukan), yang dimaksud pada tahap ini adalah dimulai dengan menemukan 'pernyataan masalah' hingga akhirnya ditemukan *divergence problem* yang menghasilkan serangkaian masalah melalui empati dengan pengguna. Tahap ini memerlukan pemikiran yang luas, observasi, dan wawancara untuk memahami dan mengumpulkan data informasi.
2. *Define* (Definisikan), pada tahap ini ditemukan fase *convergence problem* yang akan berfokus pada kondensasi dan perempitan temuan masalah. Dengan begitu, tahap ini menghasilkan satu fokus masalah (*touch points*) yang didefinisikan ulang secara detail. Maka dari itu, pada tahap ini diperlukan *critical* dan *analytical thinking*.
3. *Develop* (Kembangkan), tahap ketiga ini akan menimbulkan fase *divergence solution* mencakup ideasi yang dikembangkan sebanyak mungkin dengan membandingkan kuantitas dan kualitas. Dibutuhkan *brainstorming* untuk menciptakan ideasi yang beragam terkait solusi dari permasalahan.
4. *Deliver* (Memberikan Solusi), tahap terakhir adalah menghasilkan solusi berupa prototipe yang telah disempurnakan dengan proses uji coba dan evaluasi pada pengguna sehingga ditemukan umpan balik terhadap kualitas produk. Fase *convergence solution* ini menjadi peningkatan kualitas produk untuk masa mendatang.

Pada metode *double diamond*, fase *divergence* dan *convergence* menjadi ciri khas yang membedakan alur di setiap tahapnya. Pada fase *divergence* membebaskan individu untuk berpikir secara luas tanpa membatasi diri, sedangkan *convergence* akan berfokus pada satu titik pertimbangan dari fase *divergence*.

### 3.3 Anak Berkebutuhan Khusus Kelompok Tunanetra

Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra adalah orang yang memiliki gangguan pada penglihatan dan kelainan pada mata serta memerlukan penanganan yang khusus [4]. Karena hal ini, Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra seringkali sulit untuk berinteraksi di lingkungan terutama pada pendidikan dan pengajaran yang berbeda dengan anak pada umumnya. Pada tujuan pendidikannya diharapkan memiliki nilai-nilai karakter yang perlu dikembangkan, seperti kemandirian, disiplin, rasa percaya diri, antusias dan bertanggung jawab.

Terdapat tingkatan yang berbeda pada klasifikasi kondisi Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra. Klasifikasi tersebut antara lain adalah gangguan penglihatan ringan, agak berat, dan berdasarkan pada kelainan mata lainnya seperti miopia, astigmatisme, hyperopia [5]. Dalam klasifikasi ini terhadap pendidikan diperlukan kemampuan dan keterampilan yang sesuai dari guru saat mengajar pada anak tunanetra. Terutama dapat menunjang kemampuan eksplorasi secara multisensori agar memicu kepekaan indera anak. Pemerintah telah menyebutkan adanya kewajiban sarana dan prasarana angkutan yang dapat memenuhi standar aksesibilitas bagi penyandang disabilitas termasuk Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra. Aksesibilitas ini berpengaruh pada bagaimana respon ABK terhadap daya ingat, pemahaman dan cara berkomunikasi.

Pada program pembelajaran yang terstruktur dan adaptif dalam mendukung kognitif serta sosial anak-anak tunanetra diperlukan perkembangan alat bantu pembelajaran yang efisien sesuai kriteria khusus bagi penyandang disabilitas kelompok tunanetra sesuai tingkatan klasifikasi kondisinya. Di sisi lain, peran keluarga dalam mendukung aktivitas anak di lingkungan sekitarnya, dapat menjadikan Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) tunanetra menjadi individu yang kreatif [6]. Pentingnya pengajaran emosional, aksesibilitas lingkungan serta bimbingan tepat akan mendorong kemandirian anak-anak tersebut, sesuai nilai karakter yang seharusnya dimiliki Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra. Literatur ilmiah dan perkembangan alat penunjang pembelajaran tentang anak-anak tunanetra yang mementingkan aspek aksebilitas dan taktilitas memberikan landasan penting untuk mengembangkan pendekatan yang lebih baik dalam mendukung mereka dalam pendidikan dan lingkungan sosial.

### 3.4 Dasar Teori

Pemahaman akan kebutuhan dan kemampuan anak tunanetra menjadi fokus utama dalam proses perancangan. Diperlukan adanya perhatian khusus berupa alat penunjang meliputi aspek sesuai materi yang dituju dalam setiap BAB pada pembelajaran, salah satunya adalah pada materi rantai makanan. Dalam materi ini, capaian tujuan siswa meliputi kemandirian, pemahaman, hafal, dan mampu mengelompokan sesuai setiap ekosistem. Selanjutnya, alat penunjang haruslah mampu memanfaatkan teknologi secara efektif untuk mendukung perkembangan kognitif dan sosial anak tunanetra. Selain itu, aksesibilitas lingkungan dan dukungan keluarga juga menjadi pertimbangan penting dalam desain, agar alat penunjang dapat digunakan dengan nyaman dan mendukung kemandirian anak dalam berbagai aktivitas sehari-hari. Adapun, praktik inklusif dan sensitif dalam layanan kesehatan juga menjadi acuan dalam memilih material yang aman dan tidak mengganggu kesehatan anak tunanetra. Dengan memperhatikan dasar teori ini, desain alat penunjang dapat dikembangkan untuk memberikan dukungan yang optimal dalam pendidikan, lingkungan sosial, dan layanan kesehatan bagi anak berkebutuhan khusus tunanetra.

### 3.5 Materi Rantai Makanan

Rantai makanan adalah salah satu konsep dalam ekologi yang menggambarkan peristiwa makan dan dimakan sesama makhluk hidup. Dimana dalam peristiwa ini diurutkan berdasarkan peran satu organisme ke organisme lainnya melalui proses konsumsi dan pemangsaan. Tingkatannya dimulai dari produsen, konsumen dan pengurai atau dekomposer untuk runtutan kelangsungan hidup [7].

Produsen sendiri merupakan makhluk hidup yang memiliki populasi paling banyak dan dapat memproduksi zat organik dari zat anorganik. Produsen berada di tingkat paling bawah serta tidak memakan makhluk hidup lain, melainkan membuatnya sendiri. Makhluk hidup yang dapat melakukan hal ini adalah tumbuhan yang berfotosintesis. Organisme selanjutnya adalah konsumen berupa makhluk hidup yang bertahan hidup tanpa membuat makanannya sendiri, konsumen sendiri biasanya adalah hewan. Konsumen memiliki beberapa tingkatan lagi, diantaranya adalah konsumen I (hewan yang memakan produsen), konsumen II (hewan yang memakan konsumen I), dan konsumen III (hewan yang memakan konsumen II dan disebut dengan tersier). Urutan terakhir pada rantai makanan adalah pengurai atau dekomposer yang berperan dalam menguraikan bahan organik menjadi anorganik. Pengurai ini dikasihkan dari hewan atau tumbuhan yang mati dan mengembalikan nutrisinya kembali pada alam, dan biasanya pengurai ini berupa jamur dalam berbagai ekosistem. Terdapat beberapa ekosistem yang umum dan perlu dieksplorasi, diantaranya ada sawah, hutan, gurun dan laut.

Sawah adalah ekosistem yang subur untuk makhluk hidup tingkat produsen membuat makanannya sendiri. Adapun urutan peristiwa rantai makanan di sawah dimulai dari padi yang menjadi produsen utama, kemudian diikuti oleh belalang sebagai konsumen I (primer), lalu tikus sebagai konsumen II (sekunder), ular sebagai konsumen III (tersier), dan jamur sebagai pengurai atau dekomposer. Rantai makanan ini menciptakan keseimbangan alam yang penting bagi siklus ekosistem sawah untuk tetap berkelanjutan.

Selain sawah sebagai ekosistem di darat, terdapat peristiwa rantai makanan di hutan yang menyediakan habitat liar bagi berbagai makhluk hidup. Urutan rantai makanan hutan dimulai dengan tumbuhan sebagai produsen seperti wortel, selanjutnya akan wortel akan dimakan oleh kelinci sebagai konsumen I (primer), rubah sebagai konsumen II (sekunder), singa sebagai konsumen III (tersier), dan terakhir jamur sebagai pengurai atau dekomposer.

Gurun adalah ekosistem yang keras dan hanya ada di beberapa tempat. Rantai makanan di gurun dimulai dengan urutan kaktus yang berperan sebagai produsen, kemudian tikus sebagai konsumen I (primer), selanjutnya kalajengking sebagai konsumen II (sekunder), ular sebagai konsumen III (tersier), dan jamur sebagai pengurai.

Tidak hanya ekosistem di darat, adapun ekosistem laut yang memiliki rantai makanan dimulai dengan fitoplankton berperan sebagai produsen. Kemudian, ikan kecil sebagai konsumen I (primer), anjing laut sebagai konsumen II (sekunder), paus orka di tingkat konsumen III (tersier), dan jamur sebagai pengurai.

Pembelajaran mengenai siklus rantai makanan di setiap ekosistemnya akan berkelanjutan dan saling berhubungan. Untuk mengetahui antar urutan peristiwa, piramida segitiga dapat menggambarkan makna di setiap tingkatannya, dimulai dari ekosistem yang paling banyak populasinya berada di bawah dan populasi paling sedikit berada di tingkat atas.

### 3.6 Produk Penunjang Pendidikan ABK Tunanetra

Visualisasi fitur pembelajaran atau atribut benda pada penyandang tunanetra memerlukan pertimbangan detail yang lebih, seperti meraba, mengendus atau bahkan menggoyangkan [8]. Pembuatan pengembangan produk penunjang untuk Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra harus memiliki kriteria yang dapat meningkatkan keterampilan sosial, kognitif dan motorik anak tunanetra.

Adapun produk penunjang alat pembelajaran anak tunanetra yang telah ada seperti *Board Game* dalam penyusunan kata. *Board game* ini berupa pengenalan buah menggunakan teks *Braille* sebagai pengantar media edukasi terhadap anak tunanetra. *Braille* sendiri merupakan huruf yang berbentuk titik-titik timbul untuk dibaca pada penyandang tunanetra dengan jari. Bagi guru, orang tua dan sekitarnya yang memiliki penglihatan normal, biasanya melihat huruf *Braille* dengan mata karena sudah ada panduannya sendiri. *Braille* bukan bahasa, melainkan sebuah kode untuk menulis dan membaca.

Dalam keseluruhan, produk-produk pendidikan yang sudah ada untuk anak tunanetra membuka peluang baru dalam meningkatkan aksesibilitas dan kualitas pendidikan. Namun, diperlukan penelitian dan evaluasi lanjutan untuk terus meningkatkan produk-produk pendidikan yang dapat memenuhi kebutuhan belajar yang unik dari anak-anak berkebutuhan khusus kelompok tunanetra.

### 3.7 Material Penunjang ABK

Dalam pengembangan alat pembelajaran untuk Anak Berkebutuhan Khusus (ABK), pemilihan material menjadi faktor krusial yang memengaruhi keberhasilan efektivitas penggunaan dan implementasinya. Salah satu jenis material yang sering digunakan adalah kayu, triplek, serta Braille papper untuk media komunikasi produk dengan anak tunanetra. Material-material ini memberikan keunggulan dalam hal keamanan, keawetan, dan kemudahan untuk disesuaikan dengan kebutuhan spesifik Anak Berkebutuhan Khusus (ABK).

Material kayu dan triplek memiliki keunggulan dalam hal kekuatan dan kemudahan pembentukan. Namun pada pengukuran suatu produk yang dapat dipasarkan massal, penggunaan material kayu dapat lebih berat dibandingkan bahan triplek. Menurut penelitian Lobang dan Nurrachmania (2021), triplek sendiri dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan sebagai pengganti kayu solid. Selain itu, sifat-sifat fleksibel dari material ini memungkinkan untuk dibentuk sesuai dengan desain yang diinginkan, sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan preferensi pengguna penyandang tunanetra.

Selain itu, teks *Braille* juga merupakan komponen penting dalam pembuatan alat pembelajaran untuk Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) tunanetra. Pentingnya aksesibilitas informasi bagi anak tunanetra, dan teks

*Braille* menjadi sarana utama untuk menyampaikan informasi kepada mereka. Penggunaan teks *Braille* pada alat pembelajaran memungkinkan anak ABK untuk dapat mengakses dan memahami materi pembelajaran dengan lebih baik, serta meningkatkan kemandirian dan kepercayaan diri mereka dalam proses belajar [9]. Oleh karena itu, integrasi material teks *Braille* dalam desain alat pembelajaran menjadi hal yang penting bagi anak tunanetra. Salah satu material yang cocok untuk teks *Braille* pada alat penunjang pembelajaran dengan material triplek adalah *Braille papper* atau bahan plastik. *Braille papper* merupakan kertas khusus yang biasanya digunakan pada pembelajaran keseharian pada pendidikan anak tunanetra. Jenis kertas HVS gsm dan ketebalan kertas braille mempengaruhi hasil pengenalan raba anak tunanetra [10].

### 3.8 Observasi Pada SLB Kelompok ABK Tunanetra

Sebelum pada tahap perancangan, diperlukannya observasi khusus untuk mengetahui terkait permasalahan yang ada. Observasi dilakukan di Sekolah Luar Biasa (SLB) Yayasan Bahagia. Observasi ini difokuskan pada kelompok Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra. mengamati proses pembelajaran, metode pengajaran, fasilitas yang tersedia dan tantangan anak dalam mengingat.



Gambar 4. Observasi

Pada tahap ini disebut dengan *discover* (penemuan) terhadap permasalahan yang didapat dari observasi bagaimana proses pembelajaran berlangsung di SLB Yayasan Bahagia, dengan menyoroti metode pengajaran yang digunakan, interaksi antara guru dan siswa, serta fasilitas yang disediakan untuk mendukung kebutuhan khusus siswa tunanetra. Selain itu, observasi ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi tantangan yang dihadapi oleh siswa dan guru, serta bagaimana sekolah mengatasi hambatan-hambatan tersebut.

Melalui pengamatan langsung di kelas, secara menyeluruh, guru menggunakan metode interaktif melalui audio atau komunikasi total dengan siswa. Pengajarannya terdiri dari penjelasan teori serta sesi diskusi tanpa ada alat penunjang lainnya. Adapun siswa yang kesulitan dalam daya ingat dan mengikuti audio guru dengan apa yang mereka tulis membuat guru harus memiliki kesabaran yang tinggi dalam mengulang dan mengikuti perkembangan siswa.

Untuk memastikan kembali hambatan yang ada selain pengamatan yang dilakukan peneliti, wawancara dengan guru juga diperlukan untuk lebih mengetahui solusi yang tepat terhadap permasalahan yang ada. Tahap ini merupakan tahap *define* (mendefinisikan), yaitu mengidentifikasi masalah dan persona. Dari kedua permasalahan yang telah diamati penulis mengenai daya ingat dan menyeimbangkan audio dari guru, tantangan yang paling utama adalah dalam daya ingat siswa dalam menyelesaikan tugas. Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra hanya mengandalkan imajinasi tanpa ada realisasi berupa produk, sehingga kesulitan dalam mengingat suatu gambaran yang telah dilakukan sebelumnya. Adapun alat penunjang pembelajaran, hasil kreatif guru membuat siswa merasa terbantu.



*Gambar 5. Observasi Alat Penunjang*

Gambar di atas merupakan salah satu alternatif penunjang pembelajaran pada pelajaran Matematika. Dimana setelah siswa menaruh kotak berupa angka Braille di satu tempat, memudahkan siswa ketika ingin meraba kembali letak angka tersebut. Selain itu, diperlukan huruf Braille pada masing-masing peletakan angka tersebut untuk media anak tunanetra lebih mandiri.

### 3.9 Konsep Desain Alat Penunjang Pembelajaran ABK Tunanetra

Untuk membuat produk yang dapat bermanfaat secara totalitas dan efisien, memerlukan beberapa konsep dan kriteria desain alat penunjang Pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus kelompok tunanetra sesuai penelitian terdahulu serta hasil observasi dan wawancara. Berikut merupakan beberapa alat penunjang pembelajaran yang telah ada di SLB Yayasan Bahagia sebagai acuan siswa dalam proses belajar.

*Tabel 2. Alat Penunjang Pembelajaran*

No	Nama Alat Penunjang	Gambar	Mata Pelajaran	Material	Keterangan
1.	Bola molekul		IPA	Kertas	Alat penunjang dibuat oleh guru menggunakan kertas yang dibentuk seperti molekul dan ditempel dengan solatip agar siswa tau bentuk molekul.

2.	Globe		IPS	Plastik dan Kertas	Pada bagian pulau di globe, dibuat timbul sesuai bentuk pulau dan daerah tertentu agar siswa dapat mengetahui perbedaannya.
3	Sempoa		MTK	Kayu, besi, kain planel, manikmanik	Sempoa khusus penyandang tunanetra dibuat khusus dengan menambahkan kain planel pada bagian belakang. Hal ini agar posisinya tidak berubah ketika ingin memindahkan manikmanik lainnya.

Berdasarkan penelitian terdahulu menurut Sucipto, dkk (2021) visualisasi fitur pembelajaran atau atribut benda pada penyandang tunanetra memerlukan pertimbangan detail yang lebih, seperti meraba. Hal ini bersangkutan dengan hasil observasi pembelajaran siswa dan alat penunjang yang sudah ada serta wawancara yang dilakukan peneliti. Kriteria yang baik dan efisien untuk penyandang tunanetra diperlukan adanya teks *Braille* sebagai media komunikasi, selanjutnya bentuk visual objek dengan ketebalan tertentu agar tergambar bentuk asli dari suatu objek, serta diperlukan peletakan yang tidak bergeser agar mudah diketahui saat diraba kembali.

### Brief Design

Setelah dilakukannya observasi, wawancara dan pengamatan lapangan melalui produk yang telah ada, menghasilkan sebuah perbedaan karakter produk dengan alat pembelajaran pendidikan untuk umum. Karakter produk yang detail meliputi gambaran pengguna dan target produk yang dikembangkan ini biasa disebut dengan persona. Tujuan adanya persona untuk mendefinisikan target detail produk sedekat mungkin. Berikut merupakan tabel persona hasil studi lapangan.

*Tabel 3. Brief Design*

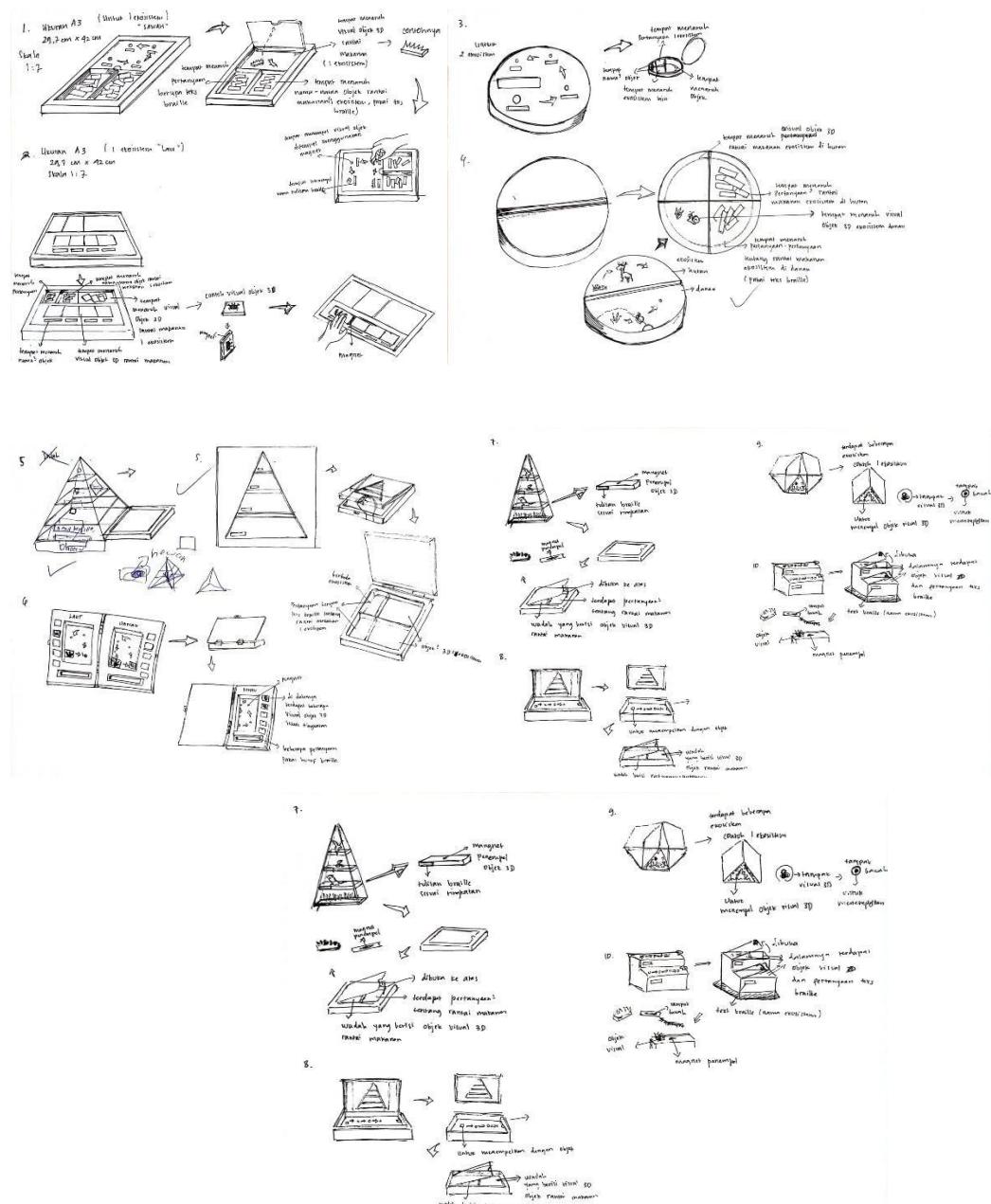
No	User Persona	Karakter Produk yang dibutuhkan
1.	Anak Berkebutuhan Khusus kelompok tunanetra	Produk yang timbul, dapat diraba, memiliki teks <i>Braille</i> , produk tidak mudah bergeser.
2.	Anak Sekolah Menengah Pertama kelas VII	Produk sesuai dengan materi rantai makanan pada anak kelas VII SMP, produk yang dapat dimainkan mandiri tanpa arahan.
3.	Usia 13-14 tahun	Ukuran produk tidak kecil dan tidak besar sekali. Minimal ukuran teks <i>Braille</i> : 2 cm Minimal ukuran produk yang dapat diraba: 2 cm Minimal ketebalan produk: 1 cm

*Brief design* di atas merupakan acuan peneliti dalam membuat rancangan desain penunjang pembelajaran sesuai karakter Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra. Melalui tahap ini selanjutnya akan menghasilkan

tahapan *develop* (pengembangan) produk yang sudah ada dengan beberapa alternatif desain, untuk melihat mana yang paling efektif dan cocok bagi siswa tunanetra.

### 3.10 Alternatif Desain

Untuk membuat suatu rancangan produk yang dapat direalisasikan dan dipasarkan, diperlukan adanya alternatif desain serta evaluasi kebermanfaatan produk terhadap capaian belajar siswa. Alternatif ini dibuat berdasarkan *brief design* hasil pengamatan kepada pengguna dan alat yang sebelumnya telah ada. Dalam mempertimbangkan aspek bentuk visual serta daya ingat siswa, dibuatlah beberapa alternatif desain sesuai konsep desain untuk alat penunjang pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra. Diantaranya adalah sebagai berikut.

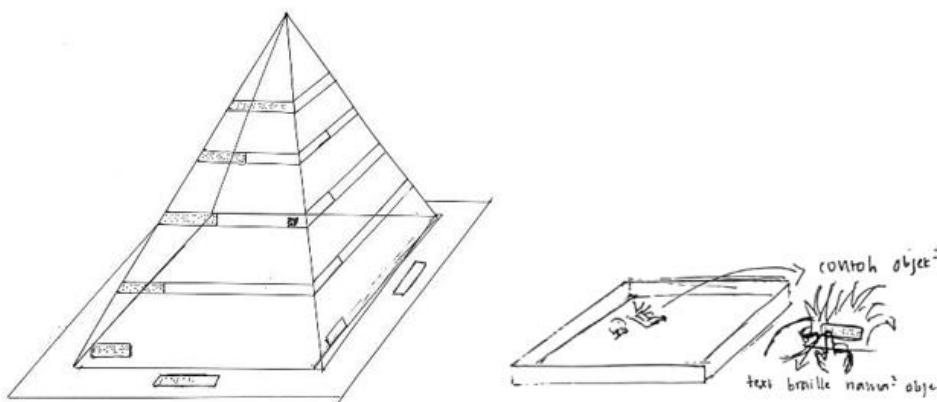


Gambar 6. Alternatif Desain

Dari 10 alternatif desain di atas, selain mempertimbangkan aspek sesuai penelitian terdahulu dan observasi, diperlukan lagi penyeleksian *final design* yang cocok dengan capaian belajar siswa terhadap pengelompokan materi rantai makanan secara mandiri.

### 3.11 Evaluasi Desain

Capaian belajar yang disusun oleh guru pada materi rantai makanan adalah siswa dapat mandiri dan mengelompokkan objek pada setiap ekosistem yang berbeda. Dibutuhkan setidaknya tiga ekosistem agar siswa dapat lebih mengetahui perbedaan peristiwa rantai makanan di setiap ekosistemnya.



Gambar 7. Sketsa Final design Awal

Gambar di atas merupakan *final design* yang dipilih sesuai dengan konsep dan karakteristik yang telah ditentukan. Piramida segitiga ini dapat menggambarkan perbedaan populasi di setiap tingkatannya. Selain itu, pada empat sisinya terdiri dari ekosistem yang berbeda-beda sehingga siswa dapat mengelompokkan objek dan peristiwa rantai makanan sesuai ekosistem. Adapun objek setiap tingkatannya dibuat membentuk objek dengan ketebalan tertentu dan di tengahnya terdapat teks *Braille* untuk lebih jelas diketahui siswa. Dibelakang objeknya sendiri terdapat magnet yang dapat ditempelkan pada piramida.

### 3.12 Implementasi Desain

Proses implementasi *final design* dibuat melalui pembuatan mock-up ini menggunakan duplex sebagai media utama dan kertas HVS untuk teks *Braille*. Tujuan dari pembuatan *mock-up* adalah untuk memberikan gambaran visual dan *tactility* dari desain yang telah direncanakan, sehingga dapat dievaluasi sebelum memasuki tahap produksi akhir.



Gambar 8. Mockup Produk

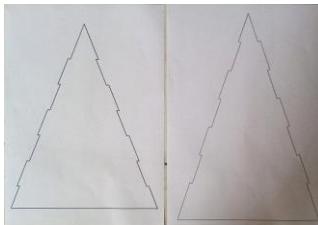
Mockup yang sebelumnya dibentuk paten membentuk segitiga, mendapat sebuah evaluasi untuk dibuat lebih sederhana saat produksi massal. Menimbang dari ukuran dan berat saat proses pengiriman dan penggunaan oleh konsumen.

### 3.13 Perancangan Produk

Perancangan produk merupakan tahap krusial dalam siklus pengembangan produk, di mana ide-ide yang telah dirumuskan pada fase konseptual atau *mock-up* diubah menjadi desain yang lebih konkret dan siap untuk diimplementasikan. Pada proses produksi ini diperlukan tahap uji coba terlebih dahulu, berikut merupakan tabel uji coba proses produksi pembuatan alat pembelajaran rantai makanan untuk Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra berbasis materi rantai makanan.

Tabel 4. Proses Produksi

No	Nama Proses	Alat dan Bahan yang Digunakan	Foto Dokumentasi	Keterangan
1.	Pemotongan dan penghalusan Segitiga Piramida	Scroll saw dan amplas, triplek		Hasil pemotongan sesuai ukuran pada <i>software</i> 3D, menimbang presisi dan keseimbangan, sehingga keempat sisi segitiga dibuat sama tanpa perbedaan ukuran dan kerapian.
2.	Pemasangan komponen tambahan (Uji coba pemasangan pertama)	Obeng, Engsel, triplek		Hasil dari uji coba menggunakan engsel pada sisi sisi segitiga untuk saling menyambung bagian sisi segitiga tidak berhasil atau gagal. Karena sudut segitiga ketika saling disatukan tidak akan sepenuhnya bisa tegak lurus dengan derajat di bawah sudut siku, siku maka dari itu dicari kembali alternatif komponen lain untuk menyatukan ketiga sisi segitiga.

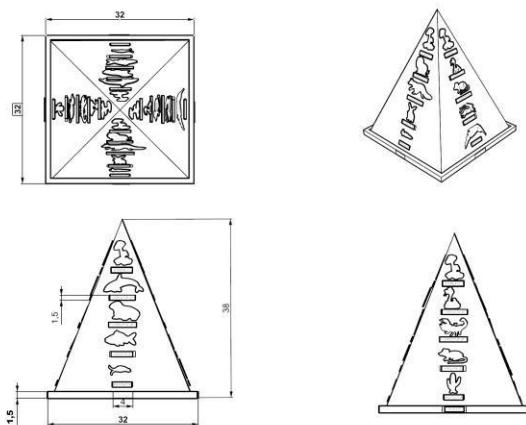
3.	Pemasangan komponen lain (Uji coba pemasangan ke-2)	Obeng, Capit Udang karet, triplek		Setelah diujicobakan dan ditempelkan di masing-masing segitiga, ternyata tidak kokoh dan pada saat dilipat akan sulit, permasalahan yang sama saat menggunakan engsel.
4.	Pemasangan segitiga piramida yang dapat dilipat menggunakan komponen (Uji coba ke-3)	Triplek, Scroll saw		Saat membentuk segitiga dengan sistem seperti puzzle, memiliki kendala pada saat saling menempel agar dilipat-lipat, karena susah untuk
				mencari komponen tipis, jika pada umumnya menggunakan baut namun triplek dengan ketebalan 0,3 cm sebagai pengaitnya akan sulit.

Dari proses pembuatan alat pembelajaran berbasis rantai makanan yang dapat dilipat, setelah melakukan proses tiga kali uji coba ternyata sulit untuk diterapkan. Sudut segitiga yang tidak sepenuhnya tegak lurus saat disatukan semuanya, membuat komponen seperti engsel dan capit udang terlepas serta tidak menyatu. Selain itu, saat sistem segitiga dilipat-lipat membentuk segitiga piramida, pembentukannya tidak akan kokoh, apabila segitiga piramida tidak membentuk limas akan lebih kokoh dan lebih mudah, namun belum tentu dapat menggunakan sistem lipat pasang.

Dari hasil ketiga uji coba yang gagal tersebut, dibuatlah *final design* seperti *mock-up* awal. *Final design* ini merupakan tahap akhir dari pembuatan produk hingga ke uji coba produk menggunakan metode *double diamond*. *Final design* akhir menerapkan sistem paten pada segitiga piramida namun dengan satu sisi yang dapat dibuka untuk memanfaatkan ruang kosong di dalam segitiga sebagai tempat penaruh objek. Berikut merupakan *final design* berupa 3D model yang menggunakan *software Rhinoceros 7*.



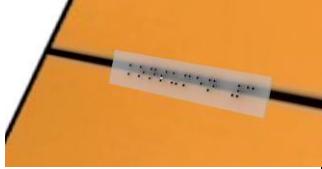
Gambar 9. 3D Modeling Produk



Gambar 10. Gambar Teknik

Dari *final design* dan gambar teknik di atas, memiliki detail khusus pada produk. Berikut merupakan tabel detail berupa 3D modeling pada produk.

Tabel 5. Detail 3D Modeling

No	Detail 3D	Deskripsi
1.		Capit udang untuk mengunci produk saat kondisi tertutup
2.		Teks Braille di setiap tingkatan agar siswa mudah meraba tulisannya.

*Final design* berupa 3D modeling di atas, dibuatlah alat pembelajaran untuk menunjang Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra berbasis materi rantai makanan. Berikut merupakan proses produksi hasil desain akhir yang menggunakan sistem paten pada piramida segitiganya.

Tabel 6. Proses Final Produksi

No	Nama Proses	Alat dan Bahan yang Digunakan	Foto Dokumentasi	Keterangan
1.	Proses Pemotongan Objek Rantai Makanan	Scroll saw, triplek, stiker cromo	 	Karena triplek sudah ditempel dengan stiker, memudahkan pemotongan scroll saw pada pembentukan setiap objek.
2.	Pemasangan magnet	Magnet		Pemasangan magnet lembaran memudahkan pengguna daripada magnet padat.
3.	Pemasangan segitiga piramida	Lem kayu, engsel, capit udang.		Karena dibuat paten, segitiga piramida ini lebih kokoh dan pada bagian pembuka satu sisi dipasang engsel pada bagian bawah. Dengan itu, produk dibuat membuka ke bawah. Untuk penguat kunciannya menggunakan capit udang.
4.	Percobaan objek ditempelkan pada segitiga	-		Menggunakan media magnet lembaran berhasil diterapkan. Untuk mempercantik hasilnya, segitiga ditutup menggunakan stiker.

Dari hasil produksi pembuatan alat penunjang pembelajaran tersebut diperlukan lagi mengenai uji coba produk kepada *user*, yaitu siswa dan guru. Apabila ada evaluasi dan tambahan memerlukan lagi perbaikan pada produk. Uji coba dilakukan pada Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra pada siswa sama, yaitu di SLB Yayasan Bahagia kelas VII SMP. Berikut merupakan dokumentasi uji coba, penilaian yang *user* berikan pada produk penunjang pembelajaran berbasis materi rantai makanan serta analisis SWOT dari uji coba tersebut.



Gambar 11. Uji Coba Pemasangan



Gambar 12. Uji Coba Perabaan

Tabel 7. Tabel Penilaian

No	Keterangan Penilaian	1	2	3	4	5
		(Sangat tidak baik)	(Tidak Baik)	(Cukup)	(Baik)	(Sangat Baik)
1.	Capaian Pembelajaran					✓
2.	Aspek Operasional				✓	
3.	Aspek Visual					✓
4.	Aspek Material			✓		

Tabel 8. Analisis SWOT

Kekuatan		Kelemahan
– Produk ringan – Mudah digunakan dan dipahami Bermanfaat bagi ABK kelompok tunanetra Melatih motorik		– Material Braille kurang cocok – Magnet kurang menempel
Peluang		Ancaman
– Dapat dikembangkan lagi – Dapat digunakan pada institusi Pendidikan formal khusus ABK kelompok tunanetra dan – Pendidikan Umum		– Produk lain yang lebih fleksibel Material teks Braille dapat menyakiti pengguna.

Dari penilaian terhadap *user* terkait beberapa aspek analisa SWOT di atas, menyebutkan bahwa capaian pembelajarannya sudah sangat tercukupi dengan operasional mudah untuk mengelompokkan beberapa objek di setiap ekosistemnya dilihat dari pandangan guru terkait stiker yang menggambarkan perbedaan ekosistem. Sehingga hal ini menjadi kekuatan bagi produk dengan nilai bagus dan dapat menjadi peluang untuk digunakan

pada pendidikan formal khusus ABK kelompok tunanetra maupun pendidikan umum. Adapun terkait pemilihan material teks *Braille* yang masih belum tepat karena terlalu kasar menjadi sebuah kelemahan produk dan ancaman bagi pengguna. Strategi dalam mengatasi ancaman dan kelemahan produk ini, contohnya dengan mengubah material *Braille* menjadi lebih halus serta ramah pengguna tanpa mengurangi fungsionalitasnya. Selain itu, dalam pemilihan magnet juga diperlukan untuk membantu meningkatkan keandalan produk. Pengembangan produk ini memerlukan riset, eksplorasi dan pengujian lebih lanjut dengan melakukan inovasi desain yang lebih fleksibel dan adaptif agar memaksimalkan kekuatan serta peluang, untuk bersaing di pasar. Dari berbagai masukan dan *experience* pengguna terkait produk di atas, menjadi tahap *deliver* (memberikan solusi) untuk alat penunjang pembelajaran bagi ABK kelompok tunanetra berbasis rantai makanan dapat diproduksi massal.

#### 4 Kesimpulan.

Dalam tujuan penelitian yang membantu pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra pada materi rantai makanan ini, berpacu pada permasalahan mengenai kurangnya alat pembelajaran yang melatih motorik dan daya ingat siswa. Perancangan ini merupakan inovasi baru alat pembelajaran yang menggunakan metode *double diamond* dan penelitian terdahulu melalui *software VosViewer*. Melalui serangkaian tahapan pengembangan dan evaluasi desain dari pengguna, dihasilkan jawaban dari penilaian uji coba terhadap user.

Secara keseluruhan, perancangan produk penunjang alat pembelajaran berbasis materi rantai makanan ini berhasil sesuai dengan tujuan penelitian dalam membantu pendidikan Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) kelompok tunanetra. Produk yang dihasilkan tidak hanya memenuhi capaian pembelajaran siswa melainkan mengembangkan potensi siswa dalam kemandirian. Evaluasi dari uji coba menunjukkan bahwa produk ini memiliki kekuatan yang signifikan, selain itu juga terdapat kelemahan yang perlu diperbaiki.

Dalam penelitian yang menghasilkan suatu rancangan produk ini dapat diperbaiki lagi sesuai evaluasi uji coba serta kelemahan produk dari *experience* pengguna. Pemilihan material pada teks *Braille* dan fleksibel produk dapat dikembangkan lagi dengan bahan serta metode lainnya.

#### 5 Referensi

- [1] Asianto, Mengenal Lebih Dekat Pendidikan Inklusi, Jakarta: PT Tropicasurya Inticpta, 2017.
- [2] D. K. R. T. H. N. R. V. N. J. Kalalo, "Tingkat Penggunaan Teknologi Informasi dan Dampaknya pada Kreativitas Pembelajaran Guru-guru Sekolah Luar Biasa di Provinsi Sulawesi Utara Indonesia," *Journal on Teacher Education*, vol. 4, no. 2, pp. 41-47, 2022.
- [3] M. Farhan and A. Sujarwo, "Perancangan Prototipe Aplikasi Antrean Berbasis Mobile Menggunakan Metode Double Diamond," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Robotika*, vol. 4, no. 1, pp. 8-19, 2022.
- [4] P. Pitaloka, S. A. Fakhiratunnisa and T. K. Ningrum, "Konsep Dasar Anak Berkebutuhan Khusus," *MASALIQ: Jurnal Pendidikan dan Sains*, vol. 2, no. 1, pp. 2-17, 2022.
- [5] S. Mambela, "Tinjauan Umum Masalah Psikologis dan Masalah Sosial Individu Penyandang Tunanetra," *Jurnal Buana Pendidikan*, vol. 14, no. 25, pp. 65-73, 2018.
- [6] L. Khoirin and A. , "Pola Asuh Orang Tua terhadap Kreativitas Anak Tunanetra di SLB PKK Sumberrejo," *Allhath: Jurnal Bimbingan dan Konseling Islam*, vol. 03, no. 02, pp. 191-214, 2023.
- [7] K. Prihartini and A. F. Nisa, "Pengembangan Media Pembelajaran Pop Up Book dalam Pembelajaran Rantai Makanan di Kelas 5 (Pembelajaran IPA)," 2023.
- [8] F. D. Sucipto, R. Yuda and R. Sastrawijaya, "Innovation of Icon Packaging Design for Cisual Impaired People," Malang, 2022.
- [9] Lobang and M. Nurrachmania, "Produk Kayu Tiruan: Kayu Lapis dan Kayu Lamina," *Jurnal Akar*, vol. 10, no. 1, pp. 65-71, 2021.
- [10] Ramiati, S. Aulia and L. , "Aplikasi Identifikasi Huruf Braille Menggunakan Computer Vision Berbasis Raspberry Pi," *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 12-20, 2020.