

# PERANCANGAN ALAT DERET HITUNG UNTUK ANAK-ANAK AUTIS MENGUNAKAN QFD DAN *USABILITY TESTING*

Anita Khairunnisa<sup>1</sup>, Romadhani Ardi<sup>2</sup>, Amalia Suzianti<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Industri  
Fakultas Teknik Universitas Borobudur

## ABSTRAK

Saat ini, alat permainan edukatif khusus untuk anak-anak autis masih sangat jarang ditemukan, dan seringnya masih disamakan dengan anak-anak normal. Padahal, anak-anak berkebutuhan khusus membutuhkan alat-alat edukatif yang juga khusus. Sebagian besar alat-alat edukatif untuk anak-anak autis yang telah dibuat adalah alat-alat berteknologi tinggi dan hanya melatih anak-anak autis dalam hal berkomunikasi dan bersosialisasi. Untuk itu, penelitian ini membahas tentang rancangan alat deret hitung untuk anak-anak autis sebagai alat permainan edukatif dengan menggunakan metode QFD dan *Usability Testing*. Penelitian ini melibatkan anak-anak autis dari SLB Pelita Hati dan SLB Cipta Anugerah di Jakarta Timur. Hasil dari rancangan alat deret hitung ini berupa *prototipe* berteknologi tinggi yang sesuai dengan sifat dan kebutuhan anak-anak autis. Metode *Usability Testing* dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada para guru sambil dipersilakan menggunakan *prototipe* alat deret hitung ini. Didapatkan hasil bahwa alat deret hitung untuk anak-anak autis haruslah tidak memiliki sudut-sudut tajam, dan alat permainan edukatif yang tidak anti air tidak akan mempengaruhi proses belajar mengajar di kelas.

**Kata kunci:** Alat deret hitung; alat permainan edukatif; autis; QFD; *Usability Testing*.

## Designing Arithmetic Progression Tool for the Autistic Children Using QFD and Usability Testing

### ABSTRACT

*Nowadays, the educational playing tools that specially made for the autistic children are still very rarely found, and the autistic children often use the educational playing tools for the normal kids. Many people do not know that the special need children really need special educational tools. There are many educational playing tools for the autism children that use a high technology but still those tools only focus on communication and socialization. So, this research discusses about designing an arithmetic progression tool for the autistic children as an educational playing tool by using QFD and Usability Testing methods. This research is involving autistic children from SLB Pelita Hati and SLB Cipta Anugerah which are located in the East Jakarta. The final output of this arithmetic progression tool design is a prototipe which contains of a high technology that is suitable with the characteristics and the needs of the autistic children. The Usability Testing method is done by giving questionnaires to the teachers and let them use the prototipe of this arithmetic progression tool. The results of this research are that the arithmetic progression tool should not has any sharp corners, and that if the arithmetic progression tool is not waterproof, it would not influence any study activities in the class.*

---

<sup>1</sup> Dosen Fakultas Teknik Universitas Borobudur, Jakarta

<sup>2</sup> Dosen Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

**Keywords:** *Arithmetic progression tool; autistics; educational playing tool; QFD; Usability Testing.*

## **Pendahuluan**

Autis, berdasarkan penelitian Astutik (2010), terdiri dari kata 'autos' yang berarti diri sendiri, dan 'isme' yang berarti paham, sehingga anak-anak autis cenderung menyendiri dan tidak bersosialisasi dengan lingkungannya. Jumlah anak-anak autis yang dicatat oleh UNESCO mencapai 35 juta orang di dunia (Hasnita & Hidayati, 2015). Dengan jumlah anak-anak autis sebanyak itu, setiap anak autis memiliki kelebihan dan kebutuhannya masing-masing (Barton, Lawrence, & Deurloo, 2012). Setiap individunya haruslah mendapat perlakuan yang berbeda, dengan mengacu kepada informasi dari keluarganya mengenai rutinitas, kelebihan dan kebutuhan sang anak (Barton, Lawrence, & Deurloo, 2012). Meski telah banyak dibuat alat-alat permainan edukatif untuk anak-anak autis, namun selama ini anak-anak autis masih menggunakan alat-alat permainan yang dibuat untuk anak-anak normal. Padahal, anak berkebutuhan khusus (ABK) membutuhkan pelayanan yang bersifat khusus, termasuk dalam hal pendidikan (Kemenkes RI, 2010). Untuk itu, penelitian ini mencoba membuat suatu alat permainan edukatif dalam kategori matematika, yaitu berupa alat deret hitung bagi anak-anak autis yang telah mendapatkan beberapa intervensi/ terapi, sehingga anak-anak autis tersebut dapat mengenyam pendidikan dengan lebih mudah.

Dilakukan studi pendahuluan berupa kuesioner yang diberikan kepada para guru dan para orangtua/wali (Barton, Lawrence, & Deurloo (2012) dan Söchting, et. al. (2015)) dari siswa-siswi SLB Pelita Hati Jakarta dan SLB Cipta Anugerah Jakarta. Kondisi yang terjadi pada anak-anak autis disana adalah sebanyak 37% memahami perkataan orang lain, 30% dapat berkomunikasi lisan, 40% memahami gambar, 53% memahami isyarat tangan, 56% dapat bermain balok angka (sudah mengenal angka dan motorik halus sudah baik), 20% dapat berhitung, 50% dapat menekan tombol, namun hanya 4% yang dapat berhitung dengan kalkulator. Disebabkan oleh ada sebanyak 56% anak-anak autis yang sudah mengenal angka dan sebanyak 20% dapat berhitung, maka anak-anak autis ini sudah dapat dibuatkan suatu alat untuk membantu pendidikannya, khususnya dalam hal berhitung. Pembelajaran matematika diberikan kepada anak-anak autis untuk mempertajam penalarannya (Sulistyowati, 2007), dan dapat mengasah kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, kreatif, bekerja sama (Prasetya, 2016). Untuk itulah dilakukan penelitian mengenai perancangan alat deret hitung untuk anak-anak autis. Penelitian ini menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)* dan *Usability Testing* dengan lokasi-lokasi penelitian yang sama.

## **Bahan dan Metode**

Sugianto dalam Zaman (2011) menjelaskan bahwa alat permainan edukatif (APE) adalah alat permainan yang sengaja dirancang secara khusus untuk kepentingan pendidikan. Biasanya, alat-alat permainan ini diperuntukkan bagi anak-anak TK (Suryani), anak-anak usia 5-6 tahun (Muafifah, 2016), serta PAUD (Zaman, 2011). Sebagian besar alat-alat permainan edukatif untuk anak-anak berkebutuhan khusus adalah alat-alat berteknologi tinggi supaya dapat mengurangi kecemasan pada diri anak-anak autis dan anak-anak autis dapat mengulang kegiatan yang disenanginya (Cassidy et al, 2016).

**Tabel 1. Alat Permainan Edukatif yang Telah Dikembangkan untuk Anak-anak**

Penulis	Tipe Anak		Fokus	Teknologi	
	ABK	Normal		Tinggi	Rendah
Lieto et al (2017)		V	( <i>Science, technology, engineering, mathematics</i> ), kognitif, visuo-spatial, perhatian	Robot (Bee-Bot)	
Kourakli et al (2017)	V		Kognitif	Microsoft Kinect	
Chase et al. (2016)	V		Sensorik (penglihatan, sentuhan)	<i>Portable sensory room</i>	<i>Portable sensory room</i>
Yilmaz (2016)		V	Pola perilaku anak	Augmented Reality	
Nouwen et al (2016)		V	<i>Musical practice</i>	<i>Digital music game</i>	
Resnick (2016)		V	Pengenalan geometri	Apps	Buku
Daley (2009), Mears (2009) dalam Edwards, et al (2016)	V		<i>Fundamental movement skills</i>	Nintendo Wii, Xbox Kinect	
Didehbani, Allen, Kandalaf, & Krawczyk (2016)	V		Kemampuan bersosial	Virtual Reality	
Cassidy et al (2016)	V		Kemampuan emosi, <i>speech</i> , raut muka	XpressiveTalk	
Ivon, Fransiska, & Endmart (2016)	V		Motorik halus, kognitif, komunikasi		Spectroy
Sabatin (2015)		V	Kemampuan komunikasi dan kosakata bahasa Inggris		<i>toys</i>
Friso et al (2015)		V	Bahan Mainan		Boneka, mobil-mobilan, dll
Miskam et al (2014)	V		Kontak mata, kemampuan emosi, tingkah laku, kemampuan menjawab	Robot NAO	
Andreae, et al (2014)	V		Interaksi sosial, perilaku, kognitif (terapi ABA)	Robot (Auti toy)	

enulis	Tipe Anak		Fokus	Teknologi	
	ABK	Normal		Tinggi	Rendah
Groskreutz et al (2011)	V		Perilaku (terapi ABA)		Mr. Potato Head, Nemo, dll
Golan et al (2010) dalam Cassidy (2016)	V		Kemampuan emosi	<i>The Transporters</i>	
Kamaruzaman et al (2016)	V		Pengenalan angka, menulis angka, dan penjumlahan	TaLNa apps	
Waddington et al. (2014)	V		Komunikasi	iPad ( <i>speech generating devices</i> )	
Mejia-Figueroa & Juarez-Ramirez (2013) dalam Kamaruzaman et al (2016)	V		Komunikasi (terapi PECS)	YoDigo apps	
Kadomura et al. (2012)		V	Pengenalan karakter huruf Hangul (huruf Korea)	<i>Hangul Gangul</i> (sistem RFID)	
Cankaya & Kuzu (2010)	V		Proses belajar yang efektif	<i>Computer games</i>	
Fava & Strauss (2009) dalam Chase et al. (2016)	V		Sensori	<i>Snoezelen room</i>	
Hsieh (2008)	V		Sensori, motorik, kognitif		<i>toys</i>
Pioggia et al (2007) dalam Cassidy (2016)	V		Ekspresi emosi	Robot FACE	
Golan et al (2006) dalam Cassidy (2016)	V		Kemampuan emosi	<i>Mindreading</i>	
Kathryn & Smith (2006) dalam Chase et al. (2016)	V		Sensorik	<i>Sensory aparatus</i>	
Billard (2003)	V	V	Interaksi sosial, motorik halus, berhitung, <i>speech</i>	Robot (Robota & Aurora project)	
Grandin (1002) dalam Chase et al. (2016)	V		Sensorik		<i>Squeeze machine</i>
Ruge & Hanso dalam Chase et al. (2016)	V		Sensorik & proprioseptif		<i>Therapeutic swing</i>

*Quality Function Deployment* (QFD), menurut Wang & Hsueh (2013), adalah suatu skema yang menyediakan bagan kerja struktural untuk menerjemahkan suara hati para konsumen menjadi desain produk yang berwujud. Umumnya, QFD secara umum memiliki empat fase, yaitu:

- 1) fase menerjemahkan kebutuhan pasar menjadi atribut desain,
- 2) fase menerjemahkan atribut desain menjadi karakteristik bagian,
- 3) fase menerjemahkan karakteristik bagian menjadi operasi manufaktur, dan
- 4) fase menerjemahkan operasi manufaktur menjadi kebutuhan produksi.

Menurut Rubin & Chisnell (2008), *usability* adalah suatu kualitas yang dimiliki oleh produk. Ada beberapa metode untuk menguji apakah suatu desain membantu meningkatkan kualitas atau tidak, serta untuk menentukan apa saja yang harus diubah supaya desain produk dapat diterima oleh konsumen. Suatu produk dapat dikatakan *usable* bila produk tersebut dapat menghilangkan frustrasi, penghalang, keraguan, atau pertanyaansaat menggunakannya. Untuk dapat digunakan, suatu produk atau jasa haruslah *useful*, efisien, efektif, memuaskan, mudah dipelajari, dan dapat diakses.

## Hasil

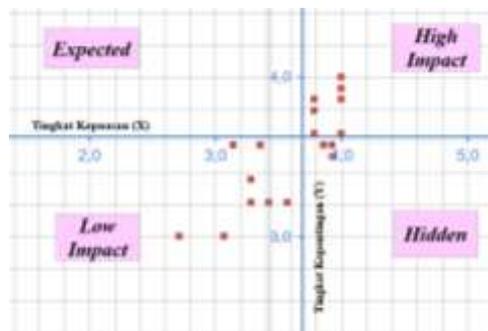
Dari hasil wawancara, dirumuskanlah *voice of customers* (VoC). Klasifikasi VoC ini berdasarkan pada *product quality* (Garvin, 1984). Klasifikasi *conformance* disini tidak disebutkan karena tidak diketahui secara pasti tingkat keseringan diperbaiki suatu barangnya. Kemudian klasifikasi *serviceability* juga tidak disebutkan disini karena belum diketahui produk seperti apa yang nantinya akan dihasilkan, sehingga belum diketahui juga bentuk pelayanan seperti apa yang tepat untuk produk alat deret hitung ini. Klasifikasi *performance* terdiri dari dapat mengalihkan perhatian lingkungan (V1), mudah digunakan (V2), mudah dihapal penggunaannya (V3), ada bunyinya sebagai suatu respon (V4), bunyi tidak terlalu keras (V5), dapat digunakan untuk mengenal angka & besar kecilnya suatu angka (V6), dapat digunakan untuk berhitung (V7), dapat digunakan untuk berolahraga (V8), ada yang bisa dilihat (V9), fokus pada motorik kasar (V10), fokus pada motorik halus (V11), dapat mengasah kreativitas (V12), anti air (V13). Klasifikasi *reliability* terdiri dari hasil hitung akurat (V14). Klasifikasi *durability* terdiri dari tidak mudah dibongkar bagi anak-anak (V15), tidak mudah dihancurkan oleh anak-anak (V16). Klasifikasi *aesthetics* terdiri dari warna menarik (V17), ukuran ringkas & kecil (V18). Klasifikasi *features* terdiri dari instruksi dalam kalimat pendek (V19), instruksi dalam bahasa nasional (V20), instruksi mudah dipahami (V21). Klasifikasi *ergonomy* terdiri dari antropometri anak usia 6 s/d 18 tahun (V22), aman untuk anak-anak (V23), dan tidak memiliki sudut-sudut tajam (V24).

**Tabel 2. Subjek Penelitian Beserta Kemampuan Berhitung**

Nama	Usia	Kemampuan Berhitung				
		Mengenal Angka	Penjumlahan	Pengurangan	Perkalian	Pembagian
PH - Ahmad	6	v	1 hingga 50	Mundur dari 10		
PH - Raffi	8	v	1 hingga 50	Mundur dari 15		
PH - Riski	10	v	v			

Nama	Usia	Kemampuan Berhitung				
		Mengenal Angka	Penjumlahan	Pengurangan	Perkalian	Pembagian
PH - Radith	6	Angka 1-20				
CA - Naya	8	Angka 1-10				
CA - Farel	10	Angka 1-10				
CA - Daffa Almer	8	v	2 digit			
PH - Nathan	13	v	v	v	v	Ribuan
CA - Mikaila	13	v	1 hingga 10			
CA - Vera	13	v	Dengan lidi/ jari	Dengan lidi/ jari		
CA - Daniel	17	v	2 digit	2 digit		
CA - Elika	16	v				
CA - Carlo	17	Angka 1-30				
CA - Baihaq		Angka 1-4				

Bentuk dari matriks Klein Grid adalah seperti pada Gambar 1. Kemudian dijabarkan keempat kategori kebutuhan konsumen pada Tabel 3. Dari hasil *house of quality*, didapatkan peringkat untuk *technical requirement* sebagai berikut. 1) Jenis *memory* yang digunakan: Arduino Mega, 2) Ukuran layar: *seven segment* 0.56 inci, 3) Kapasitas *memory*: 32 KB, 4) Ketersediaan instruksi manual: ada (√), 5) Ketersediaan pelayanan konsumen: ada (√), 6) Ketajaman tulisan/ gambar: tajam, 7) Jenis tombol: tombol *push on off* bulat 9 mm, 8) Ketersediaan komponen-komponen pendukung: *jumper cable male-male*, 9) Jenis bahan *casing*: Filamen PLA ketebalan 2 hingga 3 mm, 10) Ketersediaan alat hitung acak: Arduino IDE dengan bahasa JAVA, 11) Jenis bentuk: tidak menyatu dengan produk pendukung, 12) Jenis *speaker*: *buzzer* 5 volt diameter 12 mm, 13) Ketersediaan garansi: ada (√), 14) Jenis baterai: baterai *rechargeable* 9 volt 200 mAh, 15) Ukuran alat: < 160mm x 160mm x 160mm, 16) Ketersediaan komponen pendukung suara: *potentiometer* 100K RV09 12,5 mm, 17) Kualitas baterai: arus lebih baik namun ada *memory effect*, 18) Daya baterai: 1,8 Wh, 19) Pilihan warna *casing*: abu-abu, 20) Ketersediaan fitur tambahan: mengenal besar kecilnya suatu angka.

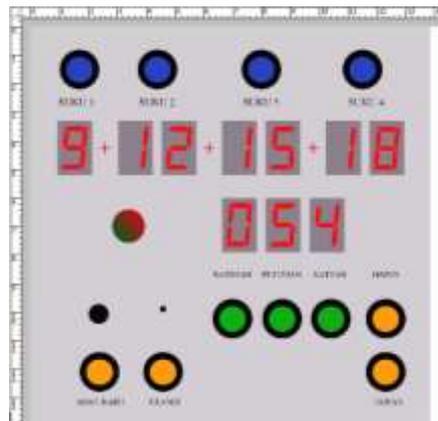


Gambar 1. Matriks Klein Grid

**Tabel 3. Empat Kategori Kebutuhan Konsumen**

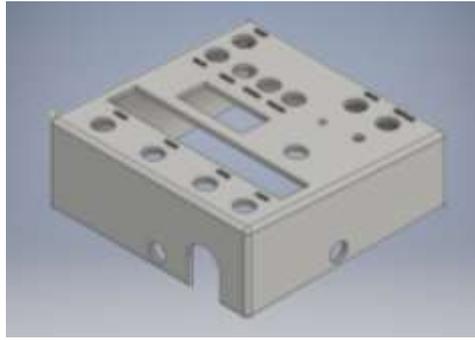
<i>Expected</i>													
<i>High Impact</i>	V2	V3	V4	V6	V7	V9	V17	V19	V20	V21	V22	V23	V24
<i>Hidden</i>	V5	V14	V16										
<i>Low Impact</i>	V1	V8	V10	V11	V12	V13	V15	V18					

Disini, dilakukan penetapan bahwa banyaknya suku pada deret hitung adalah 4 suku saja. Hal ini berdasarkan pada kondisi anak-anak autis yang menjadi obyek penelitian dimana sebagian besar dari mereka masih pada tahap mengenal angka, dan hanya sedikit dari mereka yang telah menguasai penjumlahan. Untuk itu, dibuatlah alat deret hitung sebanyak 4 suku dengan kondisi pengguna dapat memilih banyaknya suku yang sesuai dengan kemampuannya. Kemudian, ditetapkan juga untuk suku pertama hanya menggunakan 1 digit angka supaya lebih banyak anak autis yang dapat menggunakannya. Dari sini digunakanlah *seven segment* sebanyak 7 buah untuk menampilkan suatu soal deret hitung. Soal deret hitung ini nantinya dapat memberikan berbagai soal-soal berbeda seperti layaknya soal-soal matematika pada umumnya supaya dapat melatih kemampuan berhitung bagi anak-anak autis.

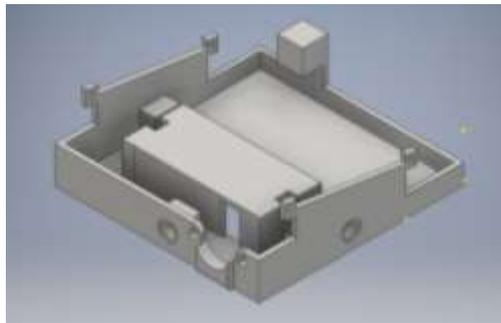


**Gambar 2. Ilustrasi Tampilan *Prototipe Produk***

Untuk *casing* dari bahan Filamen PLA, dibuat desain yang berdimensi 14 cm x 14 cm, dengan tinggi 4 cm dan 5 cm. Desain ini dibuat miring menghadap pengguna, yaitu anak autis, supaya dapat memberikan kenyamanan saat digunakan, dengan tetap dapat dipantau oleh pendamping. Kemudian juga *switch on/off* dibuat menghadap pendamping supaya pendamping nantinya dapat menyalakan atau mematikan alat dengan mudah.



**Gambar 3. Desain *Casing Atas***



**Gambar 4. Desain *Casing Bawah***

Instruksi manual untuk alat deret hitung ini antara lain:

1. Hidupkan alat.
2. Tekan tombol Suku 1.
3. Tekan tombol Suku 2 hanya bila ananda telah mengenal penjumlahan.
4. Tekan tombol Suku 3 bila ananda telah menguasai penjumlahan. Demikian juga dengan tombol Suku 4.
5. Berikan kesempatan bagi ananda untuk menjawab dengan menekan tombol  $x \_ \_$ ,  $\_ x \_$ , dan  $\_ \_ x$ .
6. Tombol Hapus akan menghapus seluruh jawaban yang ada.
7. Tekan tombol jawab bila ananda telah siap memberikan jawaban.
8. Lampu merah menandakan jawaban salah. Lampu hijau menandakan jawaban benar.
9. Bila ananda ingin mengulang soal yang sama, tekan tombol Ulangi.
10. Bila ananda telah siap mendapat soal yang baru, tekan tombol Soal Baru.

**Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Usability Testing**

No	Voice of Customer	Jawaban		
		Ya	Sebagian ya, sebagian tidak	Tidak
1	Apakah <i>prototipe</i> produk dapat mengalihkan perhatian murid dari lingkungannya?	57%	43%	-
2	Apakah <i>prototipe</i> produk mudah digunakan?	57%	43%	-
3	Apakah <i>prototipe</i> produk mudah dihapal penggunaannya?	57%	29%	14%
4	Apakah bunyi respon saat <i>prototipe</i> produk digunakan sesuai dengan kebutuhan murid?	64%	36%	-
5	Apakah bunyi respon yang dapat disesuaikan <i>volume</i> -nya sesuai dengan kebutuhan murid?	71%	29%	-
6	Apakah dengan <i>prototipe</i> produk ini murid dapat lebih mudah mengenal angka & besar kecilnya suatu angka?	64%	29%	7%
6a	Apakah dengan <i>prototipe</i> produk ini murid dapat lebih mudah mengasah daya berpikirnya?	50%	43%	7%
6b	Apakah dengan <i>prototipe</i> produk ini murid dapat lebih mudah mengasah daya menghapalnya terhadap penjumlahan?	43%	57%	-
7	Apakah <i>prototipe</i> produk dapat membantu murid belajar penjumlahan?	57%	-	43%
8	Apakah murid akan tertarik jika <i>prototipe</i> produk tidak dapat digunakan untuk berolahraga?	-	43%	57%
9	Apakah murid akan mudah memahami tampilan yang disajikan pada <i>prototipe</i> produk?	100%	-	-
10	Apakah proses belajar murid akan terkendala jika <i>prototipe</i> produk kurang melatih motorik kasar murid?	57%	43%	-
11	Apakah <i>prototipe</i> produk dapat membantu murid melatih motorik halusnya?	57%	43%	-
12	Apakah <i>prototipe</i> produk dapat melatih daya kreativitas murid?	29%	71%	-
13	Apakah <i>prototipe</i> produk yang tidak anti air menghambat proses belajar murid?	14%	36%	50%
14	Apakah dengan hasil hitung akurat pada <i>prototipe</i> produk mempengaruhi proses belajar murid?	100%	-	-
14a	Apakah ada reaksi yang tidak diharapkan jika murid sering menjawab salah terhadap soal-soal yang diberikan?	7%	-	93%
15	Apakah <i>prototipe</i> produk mudah dibongkar oleh murid?	7%	-	93%

No	Voice of Customer	Jawaban		
		Ya	Sebagian ya, sebagian tidak	Tidak
16	Apakah <i>prototipe</i> produk mudah dihancurkan oleh murid?	-	-	100%
17	Apakah <i>prototipe</i> produk memiliki warna yang menarik bagi murid?	14%	64%	29%
18	Apakah <i>prototipe</i> produk memiliki ukuran yang ringkas dan kecil?	100%	-	-
19	Apakah instruksi yang diberikan sudah dalam bentuk kalimat pendek?	100%	-	-
20	Apakah instruksi yang diberikan sudah dalam bahasa nasional?	100%	-	-
21	Apakah instruksi yang diberikan mudah dipahami oleh murid dan pengajar/pendamping murid?	100%	-	-
22	Apakah ukuran <i>prototipe</i> produk sesuai dengan ukuran tangan murid?	100%	-	-
23	Apakah <i>prototipe</i> produk aman untuk murid?	100%	-	-
24	Apakah <i>prototipe</i> produk masih memiliki sudut-sudut tajam?	-	-	100%

## Pembahasan

Dari hasil *usability testing* yang ada, diberikan peringkat berdasarkan tingkat kepentingan *prototipe* produk terhadap anak-anak autis. Pada Matriks Klein Grid, tingkat kepentingan yang mendapatkan nilai 4 (sangat penting) dan tingkat kepuasan yang mendapatkan nilai 4 (sangat puas) ada sebanyak 7 buah VoC, yaitu mudah digunakan (V2), mudah dihapal penggunaannya (V3), instruksi dalam bahasa nasional (V20), instruksi mudah dipahami (V21), antropometri anak usia 6 s/d 18 tahun (V22), aman untuk anak-anak (V23), tidak memiliki sudut-sudut tajam (V24). Untuk VoC mudah digunakan (V2), didapatkan sebanyak 57% anak-anak autis mudah menggunakan *prototipe* produk dan 43% anak-anak autis mungkin akan mudah menggunakannya. Untuk VoC mudah dihapal penggunaannya (V3), didapatkan sebanyak 57% anak-anak autis mudah menghapal, 29% anak-anak autis mungkin akan mudah menghapal, dan 14% anak-anak autis akan sulit menghapal. Untuk VoC instruksi dalam bahasa nasional (V20), didapatkan semua anak-anak autis diperkirakan akan setuju bahwa instruksi dalam bahasa nasional. Untuk VoC instruksi mudah dipahami (V21), didapatkan semua anak-anak autis diperkirakan akan setuju bahwa instruksi mudah dipahami. Untuk VoC antropometri anak usia 6 s/d 18 tahun (V22), didapatkan semua anak-anak autis diperkirakan akan setuju bahwa *prototipe* produk sesuai dengan antropometri anak usia 6 s/d 18 tahun. Untuk VoC aman untuk anak-anak (V23), didapatkan semua anak-anak autis diperkirakan akan aman menggunakan *prototipe* produk. Untuk VoC tidak memiliki sudut-sudut tajam (V24), didapatkan semua anak-anak autis diperkirakan akan setuju bahwa *prototipe* produk sudah tidak memiliki sudut-sudut tajam.

Kemudian, peringkat kedelapan untuk hasil *usability testing* didapatkan oleh VoC instruksi dalam kalimat pendek (V19) karena mendapatkan tingkat kepentingan senilai 3,929. Lalu, terdapat 2 buah VoC yang mendapatkan tingkat kepentingan senilai 3,857, namun dengan tingkat kepuasan yang berbeda. VoC ada yang bisa dilihat (V9) mendapatkan tingkat kepuasan 4 (sangat puas) dan VoC dapat digunakan untuk berhitung (V7) mendapatkan tingkat kepuasan 3,786. VoC ada yang bisa dilihat (V9) berdasarkan hasil *usability testing* didapatkan bahwa semua anak-anak autisme diperkirakan mudah memahami tampilan yang disajikan, dan VoC dapat digunakan untuk berhitung (V7) berdasarkan hasil *usability testing* didapatkan bahwa hanya 57% anak-anak autisme yang sudah belajar penjumlahan, sehingga VoC ada yang bisa dilihat (V9) mendapatkan peringkat kesembilan.

Selanjutnya, VoC warna menarik (V17), mendapatkan tingkat kepentingan 3,786 dan tingkat kepuasan 3,786, serta mendapatkan hasil *usability testing* sebanyak 14% anak-anak autisme akan tertarik dengan warna *prototipe* produk, 64% masih diragukan apakah akan tertarik dengan warnanya, dan 29% tidak tertarik dengan warna *prototipe* produk. VoC warna menarik (V17) ini mendapatkan peringkat kesebelas untuk tingkat kepentingan hasil *usability testing*. VoC warna menarik (V17) ini mendapatkan respon yang rendah karena warna-warna yang diberikan oleh *prototipe* produk hanya warna-warna dasar seperti abu-abu, hitam, merah, biru, hijau, dan oranye tanpa adanya gambar-gambar imut. Padahal, permainan-permainan yang telah dimainkan oleh anak-anak autisme adalah permainan yang biasa ada di pusat-pusat perbelanjaan dan juga permainan aplikasi pada *tablet*, dimana pada permainan-permainan tersebut menggunakan warna-warna yang lebih menarik serta gambar-gambar ilustrasi yang lebih bagus. Untuk itu, ada baiknya tampilan yang diberikan lebih dari sekedar *seven segment*, dimana diberikan tampilan seperti layaknya aplikasi pada *tablet* namun anak autisme tetap dapat menekan tombol-tombol untuk tetap dapat melatih kemampuan motorik halusya.

Kemudian VoC ada bunyinya sebagai suatu respon (V4) dan VoC dapat digunakan untuk mengenal angka (V6) mendapatkan tingkat kepentingan senilai 3,643. Namun, VoC ada bunyinya sebagai suatu respon (V4) mendapatkan tingkat kepuasan senilai 4 (sangat puas) dan VoC dapat digunakan untuk mengenal angka (V6) mendapatkan tingkat kepuasan senilai 3,786. Sebanyak 64% anak-anak autisme pada hasil *usability testing* membutuhkan bunyi respon pada *prototipe* produk. Lalu, hasil *usability testing* pada nomor 6, 6a, dan 6b mendapatkan hasil rata-rata 51,6% anak-anak autisme diperkirakan dapat lebih mudah mengenal angka dan 41,4% anak-anak autisme masih ada kemungkinan mudah mengenal angka. Untuk itu, diberikan peringkat duabelas kepada VoC ada bunyinya sebagai suatu respon (V4) dan peringkat ketigabelas kepada VoC dapat digunakan untuk mengenal angka (V6).

Berikutnya, terdapat 4 buah VoC yang memiliki tingkat kepentingan senilai 3,571, yaitu VoC fokus pada motorik kasar (V10), VoC fokus pada motorik halus (V11), VoC hasil hitung akurat (V14), dan VoC tidak mudah dihancurkan oleh anak-anak (V16). VoC tidak mudah dihancurkan oleh anak-anak (V16) memiliki nilai tingkat kepuasan 3,929, dengan hasil *usability testing* diperkirakan semua anak autisme tidak mudah menghancurkan *prototipe* produk, sehingga diberikan peringkat keempatbelas untuk kepentingan hasil *usability testing*. Lalu, VoC hasil hitung akurat (V14) memiliki nilai tingkat kepuasan 3,857, dengan hasil *usability testing* diperkirakan semua anak-anak autisme merasa bahwa proses belajarnya dipengaruhi oleh hasil hitung yang akurat. Dari sini ditetapkan bahwa VoC hasil hitung akurat (V14) berada pada peringkat kelimabelas. Kemudian, VoC fokus pada motorik kasar (V10) memiliki nilai tingkat kepuasan 3,357, dengan hasil *usability testing* sebanyak 57% anak-anak autisme

diperkirakan tidak setuju dan 43% anak-anak autis masih diragukan apakah akan setuju atau tidak. Dari sini ditetapkan bahwa VoC fokus pada motorik kasar (V10) berada pada peringkat keenambelas. Selanjutnya, VoC fokus pada motorik halus (V11) memiliki nilai tingkat kepuasan 3,143, dengan hasil *usability testing* sebanyak 57% anak-anak autis diperkirakan dapat mengasah kemampuan motorik halus dan 43% anak-anak autis mungkin juga dapat mengasah kemampuan motorik halus, sehingga ditetapkan bahwa VoC fokus pada motorik halus (V11) berada pada peringkat ketujuhbelas.

Tingkat kepentingan berikutnya adalah VoC bunyi tidak terlalu keras (V5) dengan nilai 3,5 dan tingkat kepuasan senilai 3,929, serta hasil *usability testing* mengatakan bahwa 71% anak-anak autis membutuhkan bunyi yang tidak terlalu keras. Dari sini ditetapkan bahwa VoC bunyi tidak terlalu keras (V5) berada pada peringkat kedelapanbelas. Selanjutnya, VoC dapat mengalihkan perhatian lingkungan (V1) dengan nilai tingkat kepentingan 3,357 dan nilai tingkat kepuasan 3,286, serta hasil *usability testing* mengatakan bahwa 57% anak-anak autis diperkirakan dapat mengalihkan perhatiannya dari lingkungan. Untuk itu ditetapkan bahwa VoC dapat mengalihkan perhatian lingkungan (V1) berada pada peringkat kesembilanbelas.

Tingkat kepentingan berikutnya memiliki nilai 3,214, yaitu VoC dapat digunakan untuk berolahraga (V8), VoC tidak mudah dibongkar bagi anak-anak (V15), dan VoC ukuran ringkas & kecil (V18). VoC tidak mudah dibongkar bagi anak-anak (V15) memiliki nilai tingkat kepuasan 3,571 dengan hasil *usability testing* berupa 93% anak-anak autis diperkirakan tidak mudah membongkar *prototipe* produk, sehingga VoC tidak mudah dibongkar bagi anak-anak (V15) mendapat peringkat keduapuluh. Kemudian, VoC ukuran ringkas & kecil (V18) memiliki nilai tingkat kepuasan 3,429 dengan hasil *usability testing* berupa semua anak-anak autis diperkirakan setuju bahwa *prototipe* produk memiliki ukuran yang ringkas & kecil, sehingga VoC ukuran ringkas & kecil (V18) mendapatkan peringkat keduapuluh satu. Lalu, VoC dapat digunakan untuk berolahraga (V8) memiliki nilai tingkat kepuasan 3,286 dengan hasil *usability testing* berupa 57% anak-anak autis tidak tertarik pada *prototipe* produk karena tidak dapat digunakan untuk berolahraga dan sebanyak 43% anak-anak autis diperkirakan mungkin akan tertarik pada *prototipe* produk ini, sehingga VoC dapat digunakan untuk berolahraga (V8) mendapatkan peringkat keduapuluh dua. Untuk menjawab keinginan dari anak-anak autis terhadap alat untuk berolahraga, dapat dibuatkan suatu alat lain yang memiliki fungsi lebih dari sekedar berhitung.

Selanjutnya, terdapat 2 buah VoC yang memiliki tingkat kepentingan bernilai 3 (penting), yaitu VoC dapat mengasah kreativitas (V12) dan VoC anti air (V13). VoC dapat mengasah kreativitas (V12) memiliki nilai tingkat kepuasan 3,071 dengan hasil *usability testing* berupa hanya 29% anak-anak autis yang diperkirakan dapat melatih daya kreativitasnya dengan menggunakan *prototipe* alat deret hitung ini, dan sebanyak 71% masih diragukan apakah dapat mengasah daya kreativitas mereka atau tidak. Untuk itu VoC dapat mengasah kreativitas (V12) diberikan peringkat keduapuluh tiga. Terakhir, VoC anti air (V13) memiliki nilai tingkat kepuasan 2,714 dengan hasil *usability testing* berupa 50% anak-anak autis diperkirakan tidak merasa terhambat proses belajarnya dan 36% anak-anak autis masih mungkin merasa terhambat proses belajarnya. Untuk itu, VoC anti air (V13) ini diberi peringkat keduapuluh empat.

**Tabel 5. Peringkat Kepentingan Hasil *Usability Testing* 1 Hingga 24**

<i>Voice of Customers</i> (VoC)	Matriks Klein Grid	Peringkat
Tidak memiliki sudut-sudut tajam (V24)	<i>High Impact</i>	1
Aman untuk anak-anak (V23)	<i>High Impact</i>	2
Instruksi mudah dipahami (V21)	<i>High Impact</i>	3
Instruksi dalam bahasa nasional (V20)	<i>High Impact</i>	4
Antropometri anak usia 6 s/d 18 tahun (V22)	<i>High Impact</i>	5
Mudah digunakan (V2)	<i>High Impact</i>	6
Mudah dihapal penggunaannya (V3)	<i>High Impact</i>	7
Instruksi dalam kalimat pendek (V19)	<i>High Impact</i>	8
Ada yang bisa dilihat (tulisan, gambar) (V9)	<i>High Impact</i>	9
Dapat digunakan untuk berhitung (V7)	<i>High Impact</i>	10
Warna menarik (V17)	<i>High Impact</i>	11
Ada bunyinya sebagai suatu respon (V4)	<i>High Impact</i>	12
Dapat digunakan untuk mengenal angka & besar kecilnya suatu angka (V6)	<i>High Impact</i>	13
Tidak mudah dihancurkan oleh anak-anak (V16)	<i>Hidden</i>	14
Hasil hitung akurat (V14)	<i>Hidden</i>	15
Fokus pada motorik kasar (V10)	<i>Low Impact</i>	16
Fokus pada motorik halus (V11)	<i>Low Impact</i>	17
Bunyi tidak terlalu keras (V5)	<i>Hidden</i>	18
Dapat mengalihkan perhatian lingkungan (V1)	<i>Low Impact</i>	19
Tidak mudah dibongkar bagi anak-anak (V15)	<i>Low Impact</i>	20
Ukuran ringkas & kecil (V18)	<i>Low Impact</i>	21
Dapat digunakan untuk berolahraga (V8)	<i>Low Impact</i>	22
Dapat mengasah kreativitas (V12)	<i>Low Impact</i>	23
Anti air (V13)	<i>Low Impact</i>	24

## Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Alat permainan edukatif yang dibutuhkan oleh anak-anak autis adalah alat yang memiliki teknologi tinggi.
2. Alat permainan edukatif bagi anak autis haruslah tidak memiliki sudut-sudut tajam serta yang dapat menghasilkan bunyi.
3. Anak-anak autis lebih cenderung melihat dan menghapal sesuatu dibandingkan menggunakan daya berpikirnya saat melakukan aktifitas.
4. Anak-anak autis lebih cenderung memahami bahasa yang biasa digunakan oleh orang-orang disekitarnya.

5. Proses belajar bagi anak-anak autis tidak akan dipengaruhi oleh alat permainan edukatif yang tidak anti air.

## Saran

1. Dapat dilakukan ujicoba *prototype* produk terhadap anak-anak autis dan/atau anak-anak ASD lainnya secara langsung dengan fokus penelitian pada aspek psikologi dan pendidikan bagi anak-anak berkebutuhan khusus.
2. Dapat dibuat *casing* untuk *prototype* produk dengan cara *moulding* menggunakan filamen PLA supaya hasil yang didapatkan lebih optimal, karena dengan proses 3D *printing* menyebabkan baut-baut dan sekrup-sekrup tidak dapat terpasang dengan sempurna.
3. Dapat dibuat alat deret hitung yang memberikan tampilan yang lebih menarik seperti pada aplikasi *tablet*, dengan tetap memberikan tombol-tombol yang dapat ditekan.
4. Dibutuhkan suatu alat permainan edukatif lainnya yang dapat menjawab keinginan anak-anak autis terhadap olahraga.
5. Masih banyak peluang untuk mengembangkan produk edukatif berteknologi tinggi, khususnya dengan pengguna anak-anak autis.
6. Dibutuhkan beberapa pemodal untuk dapat memproduksi dan memasarkan alat deret hitung ini kepada anak-anak autis di seluruh dunia.

## Daftar Referensi

- Andreae, Helen., Andreae, Peter., Low, Jason., & Brown, Deidre. 2014. A Study Of Auti: A Socially Assistive Robotic Toy. *IDC'14*, June 17–20, 2014, Aarhus, Denmark.
- Astutik, Itsnaini Puji. 2010. Penerapan Metode ABA (Applied Behavior Analysis) dengan Media Kartu Bergambar dan Benda Tiruan secara Simultan untuk Meningkatkan Pengenalan Angka pada Siswa Kelas II di SDLB Autis Harmony Surakarta Tahun Pelajaran 2009/2010. Skripsi: Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Barton, Erin E., Lawrence, Karen., & Deurloo, Florian. 2012. Individualizing Interventions for Young Children with Autism in Preschool. *J Autism Dev Disord* (2012) 42:1205–1217.
- Billard, Aude. 2003. Robota: Clever toy and educational tool. *Robotics and Autonomous Systems* Volume 42, Issues 3–4, 31 March 2003, Pages 259–269
- Cankaya, Serkan., & Kuzu, Abdullah. 2010. Investigating the characteristics of educational computer games developed for children with autism: a project proposal. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 9 (2010) 825 – 830.
- Cassidy, S.A., Stenger, B., Dongen, L. Van., Yanagisawa, K., Anderson, R., Wan, V., Baron-Cohen, S., & Cipolla, R. 2016. Expressive visual text-to-speech as an assistive technology for individuals with autism spectrum conditions. *Computer Vision and Image Understanding* 148 (2016) 193 – 200.
- Chase, Lindsey., Eskildsen, Emma., Fox, Alex., Francis, Claire., Hoffmann, Nate., Keck, Kaylee., & Sullivan, Sarah. 2016. Portable Sensory Room: for the West Orange County Consortium for Special Education.
- Didehbandi, Nyaz., Allen, Tandra., Kandalaf, Michelle., & Krawczyk, Daniel. 2016. Virtual Reality Social Cognition Training for children with high functioning autism. *Computers in Human Behavior* 62 (2016) 703-711.

- Edwards, Jacqueline., Jeffrey, Sarah., May, Tamara., Rinehart, Nicole J., & Barnett, Lisa M. 2016. Does playing a sports active video game improve object control skills of children with autism spectrum disorder? *Journal of Sport and Health Science* xx (2016) 1–8.
- Friso, V. R., Silva, J. C. R. P., Landim, P. C. & Paschoarelli, L. C. 2015. Ergonomic Analysis of Visual and Tactile Information of Materials Used in the Manufacture of Toys. *Procedia Manufacturing* 3 (2015) 6161 – 6168.
- Garvin. 1984. Product Quality. [Online] [www.onquality.info/2010/04/product-quality-by-dr-garvin-1984.html/](http://www.onquality.info/2010/04/product-quality-by-dr-garvin-1984.html/) (diakses pada 16 Mei 2017).
- Groskreutz, Nicole C., Groskreutz, Mark P., & Higbee, Thomas S. 2011. Effects of varied levels of treatment integrity on appropriate toy manipulation in children with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders* 5 (2011) 1358–1369.
- Hasnita, Evi., & Hidayati, Tri Riska. 2015. Terapi Okupasi Perkembangan Motorik Halus Anak Autisme. *JURNAL IPTEKS TERAPAN Research of Applied Science and Education* V9.i1 (20-27).
- Hsieh, Hsieh-Chun. 2008. Effects of ordinary and adaptive toys on pre-school children with developmental disabilities. *Research in Developmental Disabilities* Volume 29, Issue 5, September–October 2008, Pages 459–466.
- Kadomura, Azusa., Tsukada, Koji., Bara, Tetsuaki., & Kushiyama, Kumiko. 2012. *Hangul Gangul: Interactive toy for Hangul learning*. ISBN 978-1-4503-1174-8/12/0002.
- Kamaruzaman, Muhamad Fairuz., Rani, Nurdalilah Mohd., Nor, Harrinni Md., & Azahari, Mustafa Halibi Haji. 2016. Developing user interface design application for children with autism. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 217 (2016) 887-894.
- Kementerian Kesehatan RI. 2010. *Pedoman Pelayanan Kesehatan Anak di Sekolah Luar Biasa (SLB) Bagi Petugas Kesehatan*. Direktorat Jenderal Bina Kesehatan Masyarakat – Direktorat Bina Kesehatan Anak.
- Kourakli, Maria., et al. 2017. Towards the improvement of the cognitive, motoric and academic skills of students with special educational needs using Kinect learning games. *International Journal of Child-Computer Interaction* 11 (2017) 28–39.
- Lieto, Maria Chiara Di., et al. 2017. Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Computers in Human Behavior* 71 (2017) 16-23.
- Miskam, Mohd Azfar., et al. 2014. Encouraging Children with Autism to Improve Social and Communication Skills through the Game-Based Approach. *Procedia Computer Science* 42 (2014) 93 – 98.
- Muafifah, Rima. 2016. *Penggunaan Alat Permainan Edukatif dalam Mengembangkan Nilai-nilai Agama dan Moral Anak Usia 5-6 Tahun di Kelompok Bermain Ma'arif Winduaji Kecamatan Paguyangan Kabupaten Brebes Tahun Pelajaran 2015/2016*. Purwokerto: IAIN Purwokerto.
- Nouwen, Marije., et al. 2016. Designing an educational music game: What if children were calling the tune?. *International Journal of Child-Computer Interaction* 9–10 (2016) 20–32.
- Prasetya, Aditya Gita. 2016. *Pembelajaran Matematika bagi Anak Autis Kelas III di Sekolah Dasar Taman Muda Ibu Pawiyatan Yogyakarta*. Skripsi: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Resnick, Ilyse., et al. 2016. Geometric toys in the attic? A corpus analysis of early exposure to geometric shapes. *Early Childhood Research Quarterly* 36 (2016) 358–365.

- Rubin, Jeff. & Chisnell, Dana. 2008. Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests. 2nd Edition. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- Sabatin, Ibrahim Mahmud. 2015. The effectiveness of using toys in developing Palestinian students' communication skills and vocabulary retention. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 174 ( 2015 ) 122 – 126.
- Söchting, Elisabeth., Hartl, Johannes., Riederer, Martin., Schönauer, Christian., Kaufmann, Hannes., & Lamm, Claus. 2015. Development of Tests to Evaluate the Sensory Abilities of Children with Autism Spectrum Disorder. *Procedia Computer Science* 67 (2015) 193 – 203.
- Sulistiyowati, Dian. 2007. Pembelajaran Matematika pada Anak Autis di Kelas G Laboratorium Autisme Universitas Negeri Malang (UM). Universitas Negeri Malang.
- Suryani. Meningkatkan Minat Belajar Anak Melalui Alat Permainan Edukatif (APE) di Kelompok A TK Pertiwi Donggala. Universitas Tadulako.
- Wang, Selvy. 2016. Spectroy, Permainan Khusus untuk Anak Penyandang Autisme. [Online]<http://www.pojokpitu.com/baca.php?idurut=35392&&top=1&&ktg=Jatim&&keyrbk=Life%20Style&&keyjdl=Permainan%20Penyandang%20%20Autisme> (5 April 2017).
- Waddington, Hannah., Sigafos, Jeff., Lancioni, Giulio E., O'Reilly, Mark F., Meer, Larah van der., Carnett, Amarie., Stevens, Michelle., Roche, Laura., Hodis, Flaviu., Green, Vanessa A., Sutherland, Dean., Lang, Russell., & Marschik, Peter B. 2014. Three children with autism spectrum disorders learn to perform a three-step communication sequence using an iPad- based speech-generating devices. *Int. J. Devl Neuroscience* 39 (2014) 59 – 67.
- Yilmaz, Rabia M. 2016. Educational magic toys developed with augmented reality technology for early childhood education. *Computers in Human Behavior* 54 (2016) 240-248.
- Zaman, Badru. 2011. Pengembangan Alat Permainan Edukatif di Lembaga Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD). Bandung: UPI.