

Pembelajaran Anak Autis Dengan Metode Picture Exchange Communication System (PECS) Berbasis Multimedia Augmented Reality

Taryadi¹, Ichwan Kurniawan²

Program Studi Teknik Informatika, STMIK Widya Pratama, Pekalongan, Indonesia
tari_ball@stmik-wp.ac.id¹, ichwan.kurniawan@gmail.com²

Abstraksi—Autisme merupakan kelainan perkembangan pervasif yang menyebabkan gangguan pada pemikiran, perasaan, pendengaran, ucapan dan interaksi sosial. Untuk alasan ini, anak autis membutuhkan pelatihan khusus untuk meningkatkan kemampuan dalam mempelajari keterampilan dan pengetahuan baru. Penelitian ini bertujuan untuk mengusulkan sebuah alternatif model pembelajaran dengan menggunakan *augmented reality* dengan menerapkan teknik pelatihan Picture Exchange Communication System (PECS). Sistem ini membantu mengajari anak-anak dengan bantuan gambar atau benda bersamaan dengan kata kunci atau frasa terkait yang sesuai dengan interaksi yang cepat. Pembuatan sistem ini menggunakan metode pengembangan sistem dengan alat bantu *unified modelling language* (UML) untuk merancang sistem. Pengujian dilakukan dengan menggunakan uji alfa dan beta untuk melihat kesesuaian sistem dengan kebutuhan user. Hasil dari alpha test dengan menggunakan metode *black-box* mengindikasikan bahwa semua fungsi yang ada didalam sistem berjalan dengan baik, sesuai dengan desain aplikasi. Hasil dari beta testing dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) multimedia AR yang dikembangkan memiliki tampilan yang baik dan mudah untuk digunakan; (2) user dan dengan mudah mengikuti instruksi yang disediakan; (3) sistem mampu menyediakan informasi yang dibutuhkan oleh user. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kemampuan rata-rata dalam komunikasi pada awal sebelum perlakuan sebesar 47% sedangkan pada saat perlakuan mendapatkan tingkat rata-rata 65%. Sedangkan pada fase setelah dilakukan intervensi ada peningkatan rata-rata menjadi 70%.

Kata Kunci—Autis; *Augmented Reality*; PECS;

I. PENDAHULUAN

Autisme merupakan gangguan perkembangan kompleks yang gejalanya sudah muncul sebelum anak berusia 3 tahun. Gangguan *neurologi pervasif* ini terjadi pada aspek *neurobiologis* otak dan mempengaruhi proses perkembangan anak. Akibat gangguan ini anak tidak dapat secara otomatis belajar untuk berinteraksi dan berkomunikasi dengan lingkungan sekitarnya, sehingga seolah-olah hidup dalam dunianya sendiri.

Kebanyakan anak autis disebabkan oleh infeksi pada otak janin [1], dikarenakan ibu menderita radang otak [2]. Hal senada juga dijelaskan [3] bahwa anak autis memiliki kelainan pada

semua struktur otak misalnya pada otak kecil (*cerebelum*), lapisan luar otak besar (*korteks serebri*), sistem limbik (fungsi luhur), korpus kalosum (penghubung otak kanan dan kiri) dan batang otak. Anak autis mengalami gangguan perkembangan yang kompleks yang disebabkan oleh adanya kerusakan pada otak, sehingga dapat mengakibatkan gangguan pada perkembangan mencakup: aspek komunikasi, motorik, perilaku, sosial emosi, sensori serta aspek akademik.

Seiring dengan jumlah penyandang autis di Indonesia akan berdampak pada pendidikan yang akan diberikan pada anak-anak penyandang autis tersebut, hal inilah yang menjadi bahan perhatian dari berbagai elemen masyarakat. Berbagai upaya telah dilakukan oleh berbagai pihak untuk membantu penyandang autis, mulai dari pelayanan deteksi dini diberbagai klinik tumbuh kembang anak, juga pelayanan di pusat-pusat terapi. Tujuan didirikannya pusat-pusat terapi tersebut adalah membentuk perilaku positif dan mengembangkan kemampuan anak yang terhambat, dengan kata lain meningkatkan potensi anak autis untuk berinteraksi dilingkungan masyarakat. Artinya anak mampu berintegrasi dan berinteraksi dalam berbagai lingkungan dalam kehidupannya, misalnya: lingkungan keluarga, sekolah dan dalam situasi pergaulan dimanapun [4].

Hambatan komunikasi dipengaruhi oleh berbagai aspek perkembangan, kemampuan komunikasi juga dipengaruhi oleh sistem biologis dan syaraf, pemahaman (kemampuan kognitif), dan kemampuan sosial [5]. Hal senada juga dikemukakan oleh [6] menjelaskan bahwa anak autis mempunyai masalah atau gangguan dalam komunikasi seperti perkembangan bahasa yang lambat atau sama sekali tidak ada, sulit berbicara, penggunaan kata-kata yang tidak sesuai artinya. Lebih lanjut Baron menyatakan bahwa anak autis sebagian tidak berbicara (*non-verbal*) atau sedikit berbicara hingga usia dewasa. Anak autis yang bisa berbicarapun belum tentu memiliki kecakapan komunikasi dan pemahaman bahasa yang benar, karena anak autis cenderung berbicara dengan *rote learning* atau menghafal tanpa mengetahui maknanya.

Kebanyakan anak autis memiliki visual memori lebih baik dibandingkan *auditory memory* [5]. Anak autis lebih memahami dan mengingat melalui *visual learner* atau *visual thinking*, dengan belajar secara visual akan memudahkan anak autis untuk berkonsentrasi dan memahami sesuatu suatu pembelajaran. Penggunaan media dengan strategi visual (alat bantu visual) dapat digunakan dalam mengajarkan keterampilan komunikasi. Salah satu strategi visual dalam membantu anak autis dalam meningkatkan kecakapan komunikasi adalah PECS (*Picture Exchange Communication System*). PECS merupakan suatu pendekatan untuk melatih komunikasi dengan menggunakan simbol-simbol verbal [7].

PECS merupakan metode yang memadukan pengetahuan dari terapi berbicara dengan memahami kondisi keadaan komunikasi anak. Metode PECS diharapkan mendorong anak autis dapat meningkat berkomunikasi secara verbal. PECS merupakan salah satu bentuk komunikasi augmentatif yang digunakan oleh individu yang tidak dapat berkomunikasi secara verbal. Wallin mengutip pernyataan Bondy & Frost bahwa komunikasi *augmentatif* dikembangkan untuk membantu individu dalam memperoleh sarana komunikasi fungsional yang cepat [8].

Berdasarkan konsep metode PECS, akan dikembangkan sebuah multimedia *augmented reality* untuk anak autis dalam belajar berkomunikasi. Aplikasi tersebut diharapkan mampu mendorong anak autis dalam meningkatkan kecakapan komunikasi serta memberikan nilai praktis serta efektif dalam penggunaannya. Dalam hal ini, aplikasi multimedia metode PECS sebagai salah satu intervensi dalam meningkatkan kecakapan komunikasi anak autis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Picture Exchange Communication System (PECS)*

PECS (*Picture Exchange Communication System*) adalah suatu pendekatan untuk melatih komunikasi dengan menggunakan simbol-simbol verbal [9]. PECS dirancang oleh Andrew Bondy dan Lori Frost pada tahun 1985 dan mulai dipublikasikan pada tahun 1994 di Amerika Serikat. Awalnya PECS ini digunakan untuk siswa-siswa pra-sekolah yang mengalami autisme dan kelainan lainnya yang berkaitan dengan gangguan komunikasi. Siswa yang menggunakan PECS ini adalah anak yang perkembangan bahasanya tidak menggemirakan dan tidak memiliki kemauan untuk berkomunikasi dengan orang lain. Dalam perkembangan selanjutnya, penggunaan PECS telah meluas dapat digunakan untuk berbagai usia dan lebih diperdalam lagi.

Yoder dan Stone [10] membandingkan antara anak-anak yang menggunakan PECS dengan sistem yang lain. Hasilnya menunjukkan bahwa anak-anak autis yang dilatih dengan

menggunakan PECS lebih verbal dibandingkan dengan yang lain. PECS ini akan lebih efektif mendorong anak autis untuk lebih verbal jika dilatihkan pada anak berusia di bawah enam tahun.

B. *Augmented Reality*

Augmented reality (AR) merupakan sebuah tampilan *real-time* langsung atau tidak langsung dari sebuah fisik dari sebuah objek nyata ditambah dengan menambahkan objek pada dunia maya sehingga menghasilkan informasi tambahan pada objek yang ada. AR ini menggabungkan benda-benda nyata dan virtual objek yang ada, virtual objek ini hanya bersifat menambahkan bukan menggantikan objek nyata, sedangkan tujuan dari AR ini adalah menyederhanakan objek nyata dengan membawa objek maya sehingga informasi tidak hanya untuk pengguna secara langsung (*user interface*), tetapi juga untuk setiap pengguna yang tidak langsung berhubungan dengan *user interface* dari objek nyata, seperti *live-streaming video*. Perangkat utama untuk AR adalah *display*, perangkat *input*, *tracking*, dan komputer[11].

Pada saat ini AR semakin berkembang dan mulai banyak juga aplikasi maupun *library* yang digunakan untuk mengembangkan AR. AR membutuhkan *video streaming* dengan kamera yang digunakan sebagai sumber masukan gambar, kemudian melacak dan mendeteksi *marker* (penanda). Setelah *marker* terdeteksi maka akan muncul model 3D dari suatu barang. Model 3D ini dibuat dengan menggunakan perangkat lunak untuk desain 3D [12][13].

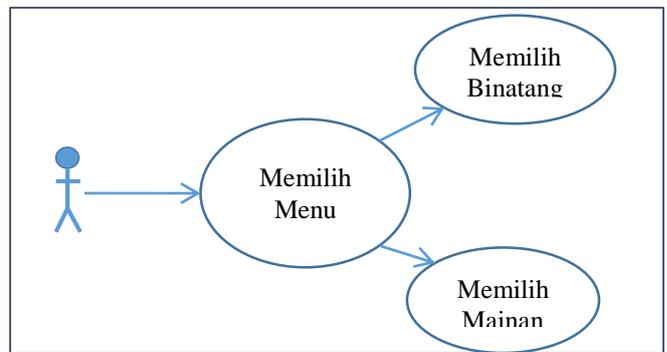
AR telah diterapkan pada berbagai bidang, seperti pendidikan, kedokteran, hiburan, militer, desain, robotik, dan lain-lain. AR juga telah diaplikasikan dalam perangkat-perangkat yang digunakan oleh banyak orang seperti pada ponsel.

Dalam dunia pendidikan AR telah banyak digunakan sebagai sarana pemodelan media pembelajaran yang tidak bisa dihadirkan di kelas. Materi-materi yang membutuhkan pemodelan dapat dibuat media AR dengan harapan dapat memberikan pemahaman yang lebih pada siswa. Sebagai contoh AR dapat digunakan untuk memodelkan organ manusia dengan lebih nyata [14]. Selain itu AR juga dapat digunakan untuk memodelkan sistem tata surya untuk pembelajaran ilmu alam. Banyak aplikasi AR yang telah dikembangkan sebagai media penunjang kegiatan pembelajaran bagi siswa.

III. METODE PENELITIAN

Proses menghasilkan multimedia AR untuk pembelajaran anak ASD sesuai dengan kebutuhan *end user* dilakukan beberapa tahapan sesuai dengan metode pengembangan perangkat lunak, sebagai berikut:

- Analisis dilakukan dengan menganalisis permasalahan yang muncul dan menentukan spesifikasi kebutuhan atas sistem yang dibuat.
- Perancangan sistem dilakukan dengan merancang sistem berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan. Perancangan dilakukan untuk mendapatkan deskripsi arsitektural perangkat lunak, deskripsi data dan deskripsi prosedural.
- Pengkodean dilakukan dengan mengimplementasikan hasil rancangan ke dalam program. Hasil tahap ini adalah kode yang siap dieksekusi.
- Pengujian dilakukan dengan menguji sistem yang telah dibuat pada langkah pengkodean. Pengujian dilakukan untuk menguji fungsional perangkat lunak apakah sudah sesuai dengan yang dibutuhkan dalam dokumen.



Gambar 1. Use Case Diagram Augmented Reality untuk Autisme

Titik berat dalam pengembangan multimedia AR ini adalah pada desain antara muka dimana harus memperhatikan kemampuan dari anak ASD. Desain antar muka dibuat sederhana, realistis sesuai dengan benda, merangsang perhatian dari anak ASD dengan menambahkan suara, dan gambar yang dapat bergerak.

Setelah dilakukan pengembangan multimedia AR ini selanjutnya dilakukan pengujian pada subyek, yaitu anak ASD. Pengujian dilakukan dengan menilai kemampuan sebelum, selama dan setelah proses pembelajaran dengan alat bantu multimedia AR. Pengujian dilakukan oleh pengajar sebagai orang yang memiliki kedekatan dengan subyek.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

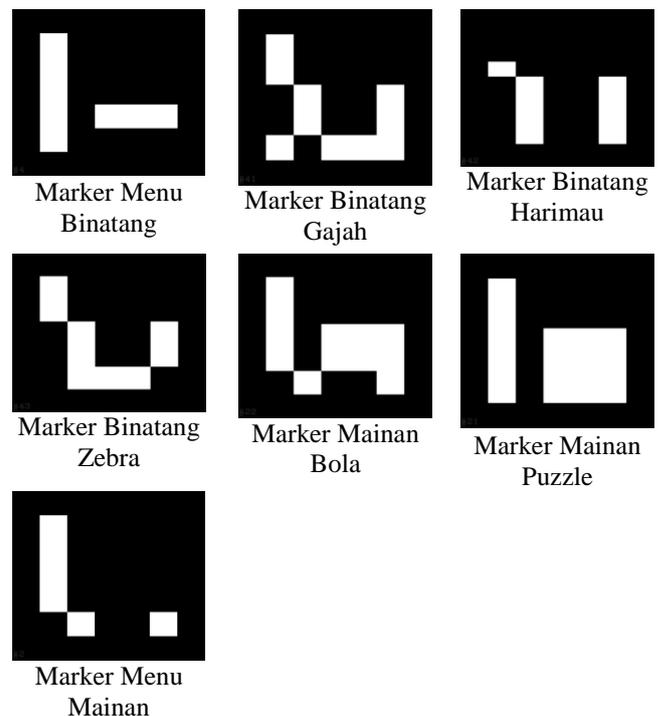
Hasil yang dicapai dari penelitian ini adalah aplikasi Multimedia *Augmented Reality* untuk pembelajaran komunikasi bagi anak ASD dan ditunjang dengan tambahan materi informasi berupa *audio*, *video* dan *teks*. Aplikasi ini juga didukung dengan *back sound audio* agar aplikasi lebih menarik. Software yang digunakan adalah Unity 3D yang merupakan sebuah *game engine* fleksibel yang dapat digunakan di banyak perangkat [15].

A. Use case diagram

Use case diagram digunakan untuk menggambarkan tindakan-tindakan yang dapat dilakukan oleh seorang aktor. Dalam hal ini aktor adalah user akan yang akan menggunakan aplikasi. User dapat memilih beberapa menu yang tersedia di aplikasi yaitu menu belajar mengenal mainan dan hewan. Use case diagram AR pembelajaran untuk anak ASD dapat dilihat pada gambar 1.

B. Desain Marker

Dalam merancang *user interface* aplikasi ini terdapat beberapa halaman utama dalam aplikasi. Masing-masing halaman tersebut adalah halaman utama, menu binatang dan menu mainan. Untuk mengakses tiap menu digunakan marker. Rancangan dari marker yang digunakan dalam aplikasi ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Desain marker AR untuk anak autis

C. Tampilan Multimedia Augmented Reality dengan PECS untuk anak Autis

Berikut ini adalah tampilan dari Multimedia AR yang dihasilkan untuk pembelajaran anak autis.

- Splash Screen

Halaman *splash screen* merupakan halaman saat akan masuk ke aplikasi utama. Gambar halaman *splash screen* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Tampilan awal aplikasi

- Halaman menu utama aplikasi

Halaman menu utama akan muncul setelah halaman *splash screen* selesai, pada halaman ini ditampilkan menu-menu dalam aplikasi. Menu yang disajikan terdiri untuk pengenalan binatang dan permainan. Menu dimaksudkan sebagai pengelompokan jenis benda yang akan diajarkan/dikomunikasikan kepada anak ASD. Tampilan dari menu aplikasi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Menu Utama aplikasi

- Tampilan binatang

Untuk menampilkan AR bentuk binatang, dengan menggunakan marker binatang maka akan menampilkan binatang yang sesuai dengan marker. Selain itu juga akan mengeluarkan suara menyebutkan nama binatang tersebut. Hal ini berguna untuk mengenalkan nama binatang kepada anak ASD. Beberapa contoh tampilan binatang dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan binatang

- Tampilan menu mainan

Menu mainan digunakan untuk menampilkan berbagai jenis mainan. Selain tampilan mainan juga diikuti dengan suara yang menyebutkan nama mainan tersebut. Untuk menampilkannya cukup dengan menyorot marker dari mainan yang dimaksud. Beberapa tampilan mainan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan mainan

D. Evaluasi dan Pengujian Sistem

Pengujian dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu alpha test dan beta test. Pengujian alpha test menggunakan teknik black box. Teknik black box merupakan teknik pengujian berdasarkan pada analisis spesifikasi bagian perangkat lunak dengan tidak melihat cara kerja aplikasi secara keseluruhan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melihat sejauh mana komponen aplikasi dapat berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Teknik *black box* hanya menguji aspek fundamental dari sistem. Tujuannya adalah untuk memastikan input dari sistem dapat menghasilkan output yang benar dan diharapkan [16]. Pengujian ini dilakukan sesuai dengan jenis pengguna yang direncanakan dari sistem [17]. Untuk aplikasi multimedia AR ini telah dilakukan pengujian oleh pengembang sistem dan guru dari anak dengan ASD. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian alpha

ACTIVITY	OUTPUT	RESULT
Halaman Screen Shot	Menampilkan screen shoot awal aplikasi	Berhasil sesuai dengan rancangan
Menampilkan menu utama	Menampilkan menu utama berdasarkan marker untuk menu	Berhasil sesuai dengan rancangan
Menampilkan menu binatang dan menampilkan binatang	Menampilkan binatang sesuai dengan marker binatang.	Berhasil sesuai dengan rancangan
Menampilkan menu mainan dan menampilkan mainan	Menampilkan mainan sesuai dengan marker mainan	Berhasil sesuai dengan rancangan
Mengeluarkan suara untuk setiap obyek	Mengeluarkan suara seausasi dengan marker yang disorot	Berhasil sesuai dengan rancangan

Seperti terlihat pada tabel 1, hasil dari alpha test dengan menggunakan teknik black box menunjukkan bahwa semua fungsi yang dimiliki oleh sistem berjalan sesuai dengan rancangan. Dengan kata lain, semua fungsi dalam aplikasi multimedia AR untuk pembelajaran anak ASD berhasil dibuat dan berjalan dengan baik tanpa menimbulkan kesalahan.



Gambar 7. Proses pengujian pada anak autisme

Setelah dilakukan alpha test selanjutnya dilanjutkan proses pengujian dengan beta test. Beta test dilakukan dengan membagikan kuisioner kepada pengguna dari aplikasi. Responden beta test adalah guru-guru di beberapa sekolah yang inkuiri (kebutuhan khusus) yang memiliki anak autisme. Terdapat 12 guru sekolah inkuiri di wilayah Kabupaten Pekalongan, Kota Pekalongan, Kabupaten Batang dan Kabupaten Pemalang yang dijadikan sebagai pengujian beta test. Hasil lengkap dari pengujian beta test dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian beta dengan kuisioner

Pertanyaan	Jawaban (%)				
	1	2	3	4	5
Apakah anda setuju, jika dikatakan bahwa aplikasi multimedia AR memiliki user interface yang bagus ?	0	0	8.33	25.00	66.67
Apakah anda setuju, jika dikatakan bahwa aplikasi multimedia AR memudahkan pengguna untuk mengenal benda dengan gambar ?	0	0	33.33	58.34	8.33
Apakah anda setuju, jika dikatakan bahwa operasional dari aplikasi multimedia AR mudah dipahami?	0	0	16.66	50.00	33.33
Apakah anda setuju, jika dikatakan bahwa aplikasi dapat membantu anak untuk belajar meningkatkan komunikasi bagi anak autisme ?	0	0	16.66	66.67	16.67

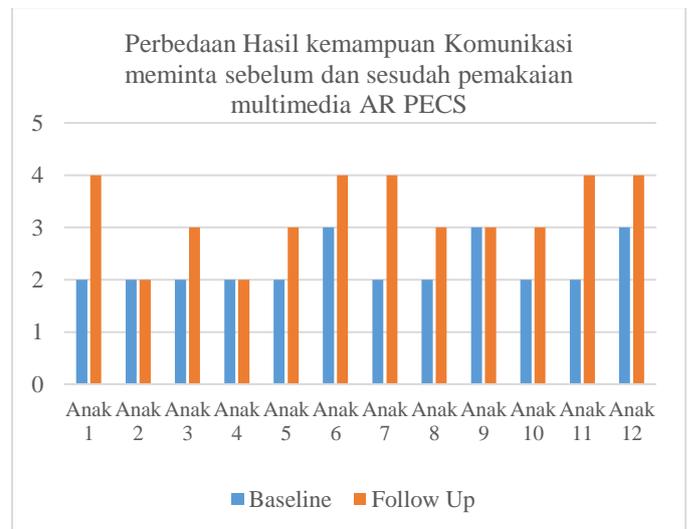
Ket. 1: sangat tidak setuju; 2: tidak setuju; 3: cukup setuju; 4: setuju; 5: sangat setuju

Hasil dari pengujian beta dapat disimpulkan sebagai berikut : (1) aplikasi multimedia AR yang dikembangkan memiliki user interface yang bagus dan mudah digunakan; (2) pengguna dapat dengan mudah mengikuti instruksi yang disediakan; (3) sistem dapat menampilkan gambar 3 dimensi sesuai dengan marker yang digunakan; (4) aplikasi multimedia AR ini dapat dijadikan sebagai media untuk belajar komunikasi bagi anak dengan ASD.

E. Pengujian pada Subyek

Proses pengujian dilakukan oleh pengajar terhadap anak ASD. Pengajar akan melakukan intervensi terhadap anak ASD dengan menggunakan media gadget berbasis android. Multimedia akan ditunjukkan kepada anak untuk memandu menunjukkan media dan memandu anak berkomunikasi. Proses pengujian dapat dilihat pada gambar 7. Berdasarkan hasil proses sebelum, selama dan setelah intervensi yang dilakukan terhadap anak ASD dengan menggunakan media augmented reality dapat dilihat pada gambar 8. Hasil perhitungan interobserver agreement selama proses pelaksanaan PECS pada anak menunjukkan skor rata-rata sebesar 70%. Hal ini menunjukkan pengamatan yang dilakukan oleh observer reliable.

Pengujian dilakukan pada 12 anak autisme dengan didampingi oleh pengajar di sekolah inklusi. Model pengujian dengan membandingkan antara sebelum, selama dan sesudah menggunakan media multimedia AR. Pengajar menjadi pemandu dari anak autisme tersebut.



Gambar 8. Perbedaan hasil kemampuan komunikasi sebelum dan sesudah pemakaian AR PECS

Ada tiga faktor yang mempengaruhi kecepatan dalam mempelajari PECS yaitu, macam item yang membuat individu termotivasi untuk melakukan inisiatif komunikasi, penggunaan simbol-simbol yang konkret yang seperti aslinya, Pembelajaran yang berpusat pada meminta dengan lebih penguatan motivasi dan reward yang diberikan untuk anak autisme berkomunikasi secara fungsional [7]. Dengan kondisi masing-masing subjek yang berbeda-beda dari tingkat spektrum, kognitif, perilaku, dan emosi yang berbeda-beda menjadikan masing-masing memiliki kemampuan dalam peningkatan ketrampilan komunikasi dan peningkatan fase PECS [18].

Minat anak terhadap reinforcer juga mempengaruhi keinginan dia dalam meminta atau berkomunikasi dengan orang lain [19]. Tapi berbeda dengan subjek yang memiliki minat terhadap reinforce akan sangat mudah untuk merangsang melakukan komunikasi meminta. Kondisi yang fluktuatif juga membuat anak terganggu selama proses pelaksanaan. Pembentukan rutinitas pada anak autis merupakan hal penting untuk menguasai sesuatu [20].

Anak autis pada umumnya belajar atau menyelesaikan tugas dengan lebih mudah apabila menggunakan cara yang kongkrit dan terstruktur dibanding dengan cara yang abstrak. PECS memiliki tahapan yang terstruktur dan bertahap langkah demi langkah. Penggunaan gambar PECS yang ditukar dengan item lebih mudah dipahami anak daripada menggunakan stimulus auditory dan verbal [21].

V. KESIMPULAN

Aplikasi multimedia AR yang dikembangkan digunakan sebagai media untuk pembelajaran komunikasi bagi anak autis (ASD). Model yang digunakan untuk pembelajaran komunikasi adalah metode picture exchange communication system (PECS) dimana gambar akan ditampilkan sesuai dengan marker yang digunakan. Tugas guru adalah memandu penggunaan aplikasi oleh anak ASD. Hasil pengujian dengan metode alpha test dan beta test digunakan untuk meyakinkan bahwa aplikasi yang dikembangkan sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Metode alpha test dengan menggunakan teknik black-box menunjukkan bahwa aplikasi telah berjalan dengan baik sesuai dengan perancangan yang dilakukan.

Hasil dari pengujian beta dapat disimpulkan sebagai berikut : (1) aplikasi multimedia AR yang dikembangkan memiliki user interface yang bagus dan mudah digunakan; (2) pengguna dapat dengan mudah mengikuti instruksi yang disediakan; (3) sistem dapat menampilkan gambar 3 dimensi sesuai dengan marker yang digunakan; (4) aplikasi multimedia AR ini dapat dijadikan sebagai media untuk belajar komunikasi bagi anak dengan ASD. Hasil pengujian pada subjek dengan membandingkan antara sebelum dan sesudah perlakuan didapatkan hasil terjadi peningkatan rata-rata sebesar 70% kemampuan komunikasi meningkat.

REFERENSI

- [1] Wijayakusuma, H. Efektivitas Terapi Jarum Mutakhir Bagi Anak Autisme, *Jurnal Aura, Jakarta Edisi Juli*, 12-17, 2001
- [2] Budiman, M., Pengenalan dan Penanganan Anak Autisme. *Seminar Awam Pengenalan dan Penanganan* (pp. 20-26). Jakarta: OWNI Medical Center, 2010
- [3] Hardiono, P., Konferensi Autisme-1. *Perhimpunan Dokter Spesialis Kedokteran Jiwa Indonesia*, Jakarta: PDSK Indonesia, 013
- [4] Hodgdon, L. Q., Solving Social Behavioral Problem Through The Use of Visually Supported Communication. In K.A. Quill (Ed). *Teacher Children With Autism Strategies to Enhance Communication and Socialization. INTERNATIONAL JOURNAL ON SMART SENSING AND INTELLIGENT SYSTEMS*, 134-14, 2012
- [5] Sunaryo, S., *Intervensi Dini Anak Berkebutuhan Khusus*, Bandung: Jurusan PLB UPI, 2006
- [6] Baron S, B., *Autism The Facts*, London: Oxford University Press, 2010
- [7] Bondy, A., & Frost, L., *Topics in Autism: A Picture's Worth: PECS and Other Communication Strategies in Autism. Woodbine House Inc*, 22, 2010
- [8] Wallin, J., *Teaching Children With Autis*, Chicago: Polyxo, 2011
- [9] Yoder, P and Stone, Wendi L., Randomie Comparion of Two Communication Interventions for Preschoolers With Autism Spectrum Disorders, *Journal of Consulting and Clinical Psychology Vol.74 No. 3*, 426-435, 2006
- [10] Feng, Z., Been-Lirn Duh, H., & Billingshurs, M., Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A Review of Ten Years of ISMAR, 2008
- [11] Chia-Yen, C., Bao Rong, C., & Po-Sen, H., Multimedia augmented reality information system for museum guidance, *Personal and Ubiquitous Computing, 18(2)*, 315-322, 2014
- [12] Jacko, Julie A., *Handbook of Research on Ubiquitous computing Technology for Real Time Enterprises*, CRC Press, 2003.
- [13] Billinghurst, Haller M., Bruce T., *Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design*. Idea Group Publishing. Idea Group Inc., United Statesof America, 2007
- [14] Eric, K., *Augmented Learning Research and Design of Mobile Educational Games*, Massachusetts Institute of Technology, 2008
- [15] Pressman, R., *Rekayasa Perangkat Lunak Pendekatan Praktisi*. Yogyakarta : Andi, 2010
- [16] A. Blair-Early and M. Zender, *User Interface Design Principlesfor Interaction Design*, Design Issue, vol 24, no.3, pp. 85-107, 2008.
- [17] S.N. Pardeshi, *Study of testing strategies and available tools*. International Journal of Scientific and Research Publications, 2250-3153, 2013
- [18] Tincani, M. (2014) *Comparing The Picture Echange Communication System And Sign Language Training For Children With Autism*. Focus on autism and development Dissabilities, 19 (3), 152-163
- [19] Ganz, J.B, Simpson, R.L, Corbin, JNewsome. *The Impact of the Picture Exchange Communication System on Requesting and Speech Development in Preschoolers With Autism Spectrum Disorder and Similar Characteristics*. Research in Autism Spectrum Disorder 2 (2008) 157-169.
- [20] Ganz, J.B, Simpson, R.L, Corbin, JNewsome. *The Impact of the Picture Exchange Communication System on Requesting and Speech Development in Preschoolers With Autism Spectrum Disorder and Similar Characteristics*. Research in Autism Spectrum Disorder 2 (2008) 157-169.
- [21] Maulana, Mirza(2012). *Anak Autis: Mendidik Anak Autis dan Gangguan Mental Lain Menuju Anak Cerdas dan Sehat*. Cetakan VI. Yogyakarta: Kata Hati.
- [22] Charlop- Christy, M.H.,Carpenter, M.,Le,L.,LeBlanc, L.A.,& Kellet,K. (2002). Using the Picture Exchange Communication System With Children with Autism: Assessment of PECS Acquisition, Speech, Social Communicative Behavior, And Problem Behavior. *Journal of Applied Behavior Analysis* 2002,35,213-231.