

PEMANFAATAN AUGMENTED REALITY (AR) PADA MEDIA PEMBELAJARAN PENGENALAN KOMPONEN ELEKTRONIKA BERBASIS ANDROID

Ardyansyah Harahap¹, Adi Sucipto^{2*}, Jupriyadi³

Program Studi Informatika, FTIK Universitas Teknokrat Indonesia¹

Program Studi Teknologi Informasi, FTIK Universitas Teknokrat Indonesia^{2,3}

Email: ardyansyahharahap775@gmail.com¹, adi.sucipto@teknokrat.ac.id^{2*}, jupriyadi@teknokrat.ac.id³

Abstract

The development of technology in the field of electronics requires students and instructors to be able to recognize, know and understand the components associated with electronics. This study aims to design an application that can provide information about electronic component symbols in the form of names, functions and images of physical shapes in accordance with markerless that have been inputted into the Vuforia SDK library. This study developed the Augmented Reality application as an introduction to Electronic Components by using several tools such as: MDLC, Unity, ARToolkit, and Blender to better identify students about Electronic Components. The application of Augmented Reality in this study uses the Marker Based and Monitor Based System methods. Augmented Reality Applications Electronic Components were tested using BlackBox with the results of passing the system's 100% functional test and usability test results using the learnability aspects questionnaire 4.47, efficiency 4.43, memorability 4.2, errors 4.5, and satisfaction 4.52, application This is tested in the "Good" category. Although there are obstacles in the quality of the camera and lighting, the test results show that this application is interesting, and deserves to be redeveloped, so that the application of Augmented Reality in SMK Nusantara 1 Kotabumi is an appropriate step to support the concept of learning methods.

Keywords: symbol, electronic components, Augmented Reality, Unity, Marker based.

Abstrak

Perkembangan teknologi di bidang elektronika menuntut kalangan pelajar dan pengajar untuk dapat mengenali, mengetahui dan memahami komponen-komponen yang berhubungan dengan elektronika. Penelitian ini bertujuan merancang suatu aplikasi yang dapat memberikan informasi tentang symbol komponen elektronika berupa nama, fungsi dan gambar bentuk fisik sesuai dengan markerless yang telah diinput kedalam library Vuforia SDK. Penelitian ini mengembangkan aplikasi Augmented Reality sebagai pengenalan Komponen Elektronika dengan menggunakan beberapa tools seperti : MDLC, Unity, ARToolkit, dan Blender agar semakin mengenali pelajar tentang Komponen Elektronika. Penerapan Augmented Reality pada penelitian ini menggunakan metode Marker Based dan Monitor Based System. Aplikasi Augmented Reality Komponen Elektronika diuji menggunakan BlackBox dengan hasil lulus uji fungsional sistem 100% dan hasil pengujian usability menggunakan kuesioner Aspek learnability 4,47, efficiency 4,43, memorability 4,2, errors 4,5, dan satisfaction 4,52, aplikasi ini teruji dalam kategori "Baik", Meskipun kendala terdapat pada kualitas kamera dan pencahayaan namun hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi ini menarik, dan layak untuk dikembangkan kembali, sehingga penerapan Augmented Reality di SMK Nusantara 1 Kotabumi merupakan langkah tepat guna mendukung konsep metode pembelajaran.

Kata Kunci: simbol, komponen elektronika, Augmented Reality, Unity, Marker based.

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan teknologi saat ini, komputer memiliki banyak manfaat di berbagai bidang manusia yaitu bidang informasi, edukasi, bisnis dan komunikasi. Begitu banyak teknologi sebagai kebutuhan dalam mempermudah aktivitas manusia sehari-hari, seperti aktivitas militer, pemerintah, perkantoran, hiburan dan pendidikan. Salah satu teknologi komputer yang sedang berkembang pada saat ini adalah Augmented Reality (AR). Augmented Reality adalah sebuah teknologi untuk menggabungkan dunia nyata dan dunia maya. Augmented Reality menggunakan kamera (real time) yang

akan menangkap sebuah gambar untuk menampilkan sebuah model visualisasi yang tentunya dapat membantu aktivitas dalam sistem belajar mengajar. Teknologi Augmented Reality (AR) telah dikembangkan pada iOS dan Android. Sistem operasi mobile keduanya tentunya begitu tren di kalangan masyarakat karena sangat mudah digunakan dan stylish, terutama pada platform Android. Android adalah sistem operasi yang berbasis linux yang telah dimodifikasi untuk digunakan di smartphone dan juga tablet PC.

Komponen Elektronika sangat cocok untuk dijadikan sebagai teknologi Augmented Reality (AR) karena

minimnya masyarakat tentang pengetahuan akan bentuk dan fungsi dari sebuah komponen. Karena komponen elektronika berupa sebuah alat atau benda yang menjadi bagian pendukung suatu rangkaian elektronika yang dapat bekerja sesuai dengan kegunaannya. Benda yang menempel langsung pada papan rangkaian berupa PCB (*Printed Circuit Board*) dengan cara di solder. sebagian sekolah mempunyai fasilitas minim, sehingga pemahaman siswa mengenai teknologi informasi pun masih kurang. Lingkungan sekolah sangat berperan penting dalam proses belajar siswa. Sarana prasarana yang terdapat disekolah sangat diperlukan dalam proses pembelajaran. Sarana prasarana yang tidak lengkap akan membuat proses pembelajaran akan terlambat. Begitu juga dengan peran guru dalam proses pembelajaran yang digunakan oleh guru dalam menyampaikan materi kepada siswa.

Pada penelitian ini akan dikembangkan aplikasi pembelajaran pengenalan elektronika untuk siswa yang dapat menampilkan komponen-komponen elektronika secara digital dengan pemanfaatan teknologi *Augmented Reality*. Aplikasi *Augmented Reality* ini menyediakan informasi dalam bentuk digital dan multimedia. Aplikasi ini digunakan untuk mempermudah para siswa untuk mempelajari komponen elektronika melalui model 3 dimensi yang disajikan pada smartphone android. Teknologi *Augmented Reality* sangat potensial sebagai sarana edukasi dan dengan aplikasi ini diharapkan dapat menambah rasa tertarik dan keingintahuan para siswa yang ingin lebih mengenal komponen elektronika beserta fungsinya.

Pada penelitian ini akan dikembangkan aplikasi dengan menampilkan benda elektronika secara digital dengan pemanfaatan teknologi *Augmented Reality*. Aplikasi ini digunakan untuk mempermudah siswa mempelajari Komponen Elektronika melalui model 3D yang disajikan pada Android dan dengan pembacaan markerless melalui kamera Smartphone. Tujuan dalam penelitian Penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan aplikasi *smartphone* yang menampilkan komponen elektronika secara menarik dengan penerapan *Augmented Reality*, sehingga dapat digunakan di dalam media pembelajaran.

2. Telaah Pustaka

A. Augmented Reality

Menurut Ronald T. Azuma .et al (2001,34) dari Penelitiannya yang berjudul *Recent Advances in Augmented Reality*, *Augmented Reality* adalah sebuah sistem yang mendukung dunia nyata dengan objek *virtual* (*computer-generated*) yang muncul bersamaan di ruang/tempat yang sama seperti dunia nyata. Sistem *Augmented Reality* harus mempunyai ciri sebagai berikut; Mengkombinasikan kenyataan dan objek *virtual* di lingkungan nyata, Bersifat interaktif, dan di *real time*(waktu nyata), dan menyelaraskan kenyataan dan objek *virtual* satu dengan lainnya. Input berupa *marker/markerless*. Web kamera PC/Laptop akan membaca *marker*, setiap *marker* merepresentasikan model

3D yang berbeda-beda.

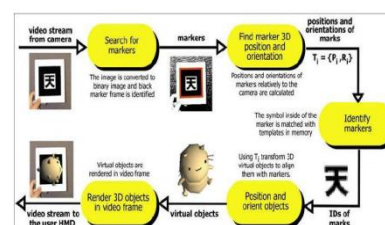
Menurut Dhiraj Amin dan Shavari Govilkar (2015),ada dua jenis inputan, yaitu:

– Marker

Augmented Reality dengan *marker* menggunakan symbol/gambar sebagai point referensi dimana komputer akan menampilkan gambar. Didalam sistem, kamera secara terus menerus mengambil gambar objek dan memproses gambar untuk mengestimasi posisi, orientasi, dan pergerakan dari visualisasi *display* ke target objek.

– Markerless

Sistem AR *Marker-less/* tanpa marker menggunakan kombinasi dari perangkat elektronik seperti *accelerometer*, kompas dan *Global Positioning System*(GPS). [2]



Gambar 1. Proses deteksi marker (Fotis Liarokapis , 2015)

B. Unity

Menurut Andre kurniawan Pamoedji, et al (2016) dalam bukunya yang berjudul mudah membuat game *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR) dengan Unity 3D, Unity adalah sebuah software pemrograman yang digunakan untuk membuat berbagai macam aplikasi. Mayoritas penggunaan Unity adalah untuk pembuatan aplikasi Game. Tetapi dengan menggunakan Unity ,dapat juga membuat berbagai macam aplikasi seperti prentasi, website bahkan dapat membuat *Augmented Reality*. [3]

C. Vuforia

Vuforia SDK adalah Software Development Kit berbasis AR yang menggunakan layar perangkat mobile sebagai “lensa ajaib” atau kaca untuk melihat kedalam dunia *Augmented* dimana dunia nyata dan virtual muncul berdampingan. Aplikasi ini membuat preview kamera secara langsung pada layer smartphone untuk mewakili pandangan dari dunia fisik. Objek 3D akan Nampak secara langsung dilayar smartphone, sehingga akan terlihat Objek 3D berada di dalam dunia nyata, Vuforia SDK terdiri dari 2 komponen utama yaitu library QCAR dan target management system. [4]

D. Blender

Blender adalah *software open source* yang digunakan untuk membuat konten 3D dan animasi. Blender dapat digunakan untuk membuat visualisasi 3D seperti gambar, video dan video games interaktif *real-time*. Blender merupakan software lintas *platform* dan berjalan di sistem Linux, Mac-OSX dan Microsoft Windows dengan

kebutuhan memory dan hardisk yang kecil. *Interface* nya menggunakan OpenGL untuk menyediakan pengalaman konsisten selama *hardware* dan *platformnya* mendukung.[5]

E. Android

Android adalah sistem operasi yang digunakan di smartphone dan juga tablet PC. Fungsinya sama seperti sistem operasi Symbian di Nokia, iOS di Apple dan BlackBerry OS. Android tidak terikat ke satu merek Handphone saja, beberapa vendor terkenal yang sudah memakai Android antara lain Samsung , Sony Ericsson, HTC, Nexus, Motorola, dan lain-lain.

Android pertama kali dikembangkan oleh perusahaan bernama Android Inc., dan pada tahun 2005 di akuisisi oleh raksasa Internet Google. Android dibuat dengan basis kernel Linux yang telah dimodifikasi, dan untuk setiap release-nya diberi kode nama berdasarkan nama hidangan makanan.

Keunggulan utama Android adalah gratis dan *open source*, yang membuat smartphone Android dijual lebih murah dibandingkan dengan Blackberry atau iPhone meski fitur (*hardware*) yang ditawarkan Android lebih baik.[6]. Ada beberapa penelitian tentang aplikasi berbasis android [15].

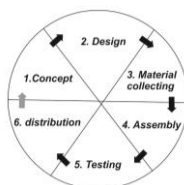
F. Multimedia

Menurut (Gayeski, 1993) mendefinisikan multimedia sebagai kumpulan media berbasis komputer dan sistem komunikasi yang memiliki peran untuk membangun, menyimpan, menghantarkan dan menerima informasi dalam bentuk teks, grafik, audio, video, dan sebagainya.[7]

Menurut (Luther, 1994) dalam (Sutopo, 2002) metodologi pengembangan multimedia terdiri dari enam tahap, yaitu:

1. *Concept* (Pengonsepan)
2. *Design* (Pendesainan)
3. *Material collecting* (Pengumpulan materi)
4. *Assembly* (Pembuatan)
5. *Testing* (Pengujian)
6. *Distribution* (Penyebaran).

Keenam tahap ini tidak harus berurutan dalam praktiknya, tahap-tahap tersebut dapat saling bertukar posisi. Meskipun begitu, tahap concept memang harus menjadi hal yang pertama kali diketjakan.[8] Tahap pengembangan multimedia dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Tahap Pengembangan Multimedia. (Sutopo, 2002)

G. Pengujian Blackbox

Menurut Pressman (2012), Pengujian *blackbox* atau kotak hitam juga disebut pengujian perilaku, berfokus pada persyaratan fungsionalitas perangkat lunak. Pengujian *blackbox* bukan alternative dari pengujian *whitebox*, sebaliknya ini merupakan pendekatan pelengkap yang mungkin dilakukan untuk mengungkap kelas kesalahan yang berbeda dari yang ditangkap metode *whitebox*.

Pengujian *Blackbox* berupaya untuk menemukan kesalahan dalam kategori berikut:

1. Fungsi yang salah atau hilang
2. Kesalahan antarmuka
3. Kesalahan dalam struktur data atau akses basis data eksternal
4. Kesalahan prilaku atau kinerja
5. Kesalahan inialisasi dan penghentian.

H. ISO 9241

Pengukuran Usability Sistem Menggunakan Use Questionnaire pada Aplikasi Android oleh Rahardi D.R.(2014). Menyebutkan bahwa *Usability* adalah tingkat kualitas dari sistem yang mudah dipelajari, mudah digunakan dan mendorong pengguna untuk menggunakan sistem sebagai alat bantu positif dalam menyelesaikan tugas. Dalam konteks ini, yang dimaksud sebagai sistem adalah perangkat lunak atau halaman web. *Usability* adalah suatu ukuran, dimana pengguna dapat mengakses fungsionalitas dari sebuah sistem dengan efektif, efisien dan memuaskan dalam mencapai tujuan tertentu.

Berdasarkan *Guidance of Usability* ,ISO 9241:11(1998) pada penelitian ini aspek yang akan diuji meliputi :

1. Kemudahan (*learnability*) didefinisikan seberapa cepat pengguna mahir dalam menggunakan sistem serta kemudahan dalam penggunaan menjalankan suatu fungsi serta apa yang pengguna inginkan dapat mereka dapatkan. Shackel (1990) dan Nielsen (1993) berpendapat *learnability* sebagai tingkat kemudahan sistem untuk dipelajari, diukur melalui waktu yang diperlukan untuk mempelajari penggunaan sistem hingga mencapai level kemahiran tertentu.
2. Efisiensi (*efficiency*) didefenisikan sebagai sumber daya yang dikeluarkan guna mencapai ketepatan dan kelengkapan tujuan. Nielsen (1993) mengaitkan efisiensi dengan kebutuhan sumber daya, seperti usaha, waktu dan biaya, untuk mencapai tujuan pemakaian sistem tersebut.
3. Mudah diingat (*memorability*) didefinisikan bagaimana kemampuan pengguna mempertahankan pengetahuannya setelah jangka waktu tertentu, kemampuan mengngat didapatkan dari peletakkan menu yang selalu tetap.

4. Kesalahan dan keamanan (*errors*) didefinisikan berapa banyak kesalahan-kesalahan apa saja yang dibuat pengguna, kesalahan yang dibuat pengguna mencangkup ketidaksesuaian.

Kepuasan (*satisfaction*) didefinisikan kebebasan dari ketidaknyamanan, dan sikap positif terhadap penggunaan produk atau ukuran subjektif sebagaimana pengguna merasa tentang penggunaan sistem. Kriteria kepuasan menjadi pertimbangan bagi Nielsen (1993) dan standar ISO 9241-11. Kepuasan pengguna terhadap sistem yang dipakainya mengindikasikan bahwa sistem tersebut layak pakai.

3. Metode Penelitian

A. Tahapan Penelitian

Dalam perancangan *Augmented Reality* ini memiliki tahap-tahap yang akan dilakukan dengan menggunakan metode pengembangan multimedia menurut Luther-Sutopo yang terdiri dari enam tahap, yaitu *Concept* (Pengonsepan), *Design* (Perancangan), *Material Collecting* (Pengumpulan Bahan), *Assembly* (Pembuatan), *Testing* (Pengujian), *Distribution* (Penyebaran).

Concept (Pengonsepan) Pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah *Augmented Reality* dengan konsep pengenalan Komponen Elektronika menggunakan *platform* Android dengan tampilan 3D yang diperuntukan untuk siswa. *Augmented Reality Komponen Elektronika* ini termasuk dalam media pembelajaran karena *aplikasi* ini di spesifikasikan pada unsur pendidikan yang memuat nilai-nilai komponen elektronika sebagai sarana pengenalan yang bersifat mengenalkan Komponen hasil komponen elektronika, serta sebagai alternatif untuk meningkatkan minat siswa untuk mengenal Komponen hasil Komponen Elektronika.

Design (Perancangan) ini merupakan tahap perancangan untuk menggambarkan perancangan dari tiap *scene* aplikasi, gambaran dari *scene* bentuk visual perancangan, audio, durasi, keterangan, dan narasi untuk suara akan dibuat dengan beberapa tahapan. Pada penelitian ini spesifikasi yang akan dibuat berdasarkan langkah berikut :

6. Perancangan *Story Board*
7. Perancangan struktur navigasi
8. Perancangan *flowchart* program
9. *perancangan interface*.

Pengumpulan Bahan (*Material Collecting*) merupakan bagian pengembangan dimana tahapan yang dilakukan setelah perancangan desain. Dari daftar konten yang sudah dibuat pada tahap desain, pengembang harus mengumpulkan konten materialnya. Pekerjaan ini sering dikerjakan parallel dengan tahapan penggabungan atau *assembly*, terutama jika *system authoring* mengijinkan konten *dummy* untuk digunakan sampai konten yang sebenarnya ada. Konten material didapat dari sumber luar atau membuat sendiri sesuai kebutuhan. Perencanaan yang dilakukan dalam pengumpulan materi atau bahan berupa audio, gambar-gambar Komponen elektronika yang ada di

SMK Nusantara 1 Kotabumi, gambar-gambar background dan lain-lain.

Pembuatan (*Assembly*) adalah Tahap pembuatan seluruh objek berdasarkan konsep yang akan segera dirancang dan diimplementasikan adalah bagian dari tahapan penelitian multimedia. Berikut adalah rincian tahap pembuatan (*assembly*) dari aplikasi ini.

1. Pertama, dalam pembuatan model 3D yaitu dengan menggunakan tools Blender, proses pembuatan model 3D disesuaikan dengan bahan gambar yang telah di kumpulkan, Lalu di buat sedemikian rupa sesuai dengan aslinya.
2. Tahapan kedua memasukkan seluruh objek 3D dan bahan lain yang telah dirancang pada tahap *material collecting* kedalam Unity. Unity yang digunakan harus disertai dengan Android SDK dan Java Development Kit (JDK) untuk dapat melakukan *build & run* pada *device* Android.
3. Tahapan kedua ialah pembuatan *coding* dan *scene*. *Scene* yang telah direncanakan sebelumnya dibuat setelah itu masing-masing objek harus memiliki fungsi dengan pengkodean bahasa C# yang dibuat pada aplikasi MonoDevelop yang terintegrasi langsung dengan Unity.

Setelah tahap pembuatan *scene* dan *coding*. Langkah selanjutnya adalah menjalankan *debugging* pada kode yang diketik, jika tidak terdapat kesalahan maka komponen-komponen tersebut dijalankan pada Unity. Jika tidak ada kesalahan dalam perilaku atau *bug*, maka dapat dilakukan proses *build* dengan format .APK yang dapat digunakan pada perangkat Android. Jika pada perangkat Android terjadi kesalahan, maka cek kembali pengaturan *build* pada Unity.

Pengujian (*Testing*) Pada tahap ini pengujian dilakukan dengan menggunakan standar kualitas ISO 9126 dan ISO 9241:11. Menurut Rahardi D.R.(2014), untuk mengukur kualitas suatu aplikasi mobile cukup dengan melakukan lima aspek pengujian, yaitu Kemudahan (*learnability*), Efisiensi (*efficiency*), Mudah diingat (*memorability*), Kesalahan dan keamanan (*errors*) dan Kepuasan (*satisfaction*), sehingga yang diuji dalam penelitian ini hanya 5 aspek saja.

Pendistribusian (*Distribution*) adalah merupakan tahap dimana aplikasi disimpan dalam suatu media penyimpanan. Pada tahap ini jika media penyimpanan tidak cukup untuk menampung aplikasinya maka dapat dilakukan kompresi terhadap aplikasi tersebut. Tahap ini juga dapat disebut tahap evaluasi untuk pengembangan produk yang sudah jadi supaya menjadi lebih baik. Hasil evaluasi ini dapat digunakan sebagai masukan untuk tahap *concept* pada produk selanjutnya.

B. Metode Pengumpulan Data

Adapun beberapa metode yang digunakan dalam mengumpulkn data adalah:

1. Observasi

Penulis datang dan mengamati langsung SMK Nusantara 1 Kotabumi. Penulis melihat metode penyampaian pembelajaran.

2. Studi Literatur
Penulis menggunakan buku, jurnal, publikasi nasional dan internasional yang berhubungan dengan penelitian mengenai *Augmented Reality*, untuk memperoleh teori –teori yang mendukung pemecahan masalah penelitian.
3. Dokumentasi
Penulis mengumpulkan data - data berupa gambar dan deskripsi dari buku yang ada pada nantinya akan digunakan dalam perancangan dan implementasi.

4. Hasil Dan Pembahasan

A. Hasil Program

Hasil program berupa file berformat .Apk yang dapat berjalan di platform Android.



Gambar 3. Tampilan *Splash Screen*



Gambar 4. Tampilan Menu Utama



Gambar 5. Tampilan Menu Panduan



Gambar 6. Tampilan Menu *Tracking Markerless*



Gambar 7. Tampilan Augmentasi IC



Gambar 8. Tampilan Augmentasi Elco



Gambar 9. Tampilan Augmentasi Transistor



Gambar 10. Tampilan Augmentasi LED

B. Pengujian program

Pengujian program merupakan bagian penting dalam pembangunan sebuah perangkat lunak, pengujian diperlukan untuk mengetahui kesalahan – kesalahan pada sistem dan memastikan sistem yang dibangun telah sesuai dengan apa yang direncanakan sebelumnya.

1. Hasil Pengujian *Black-Box*

Dalam pengujian ini penulis mengambil kasus dari pengujian fungsionalitas setiap komponen dalam program yang ada pada lampiran, Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase untuk pengujian Black Box yaitu sebagai berikut :

$$= \frac{84}{84} \times 100\% = 100\%$$

Dari perhitungan aspek Black-Box di atas dapat disimpulkan bahwa Pemanfaatan Pengenalan Elektronika Sebagai Media Pembelajaran Siswa Kelas 10-12 Berbasis Android Menggunakan *Augmented Reality* memperoleh penilaian 100% layak.

2. Hasil Pengujian *Usability*

Dari hasil penyebaran kuesioner ke responden, kemudian dilakukan penilaian terhadap masing – masing komponen yang meliputi *Learnability* (mudah dipelajari), *Efficiency* (efisiensi), *Memorability* (mudah diingat), *Errors* (bebas kesalahan), dan *Satisfaction* (Kepuasan) dengan cara menjumlahkan jumlah per aspek *usability* berdasarkan tabel bobot nilai, kemudian dikalikan dengan bobot nilai skala likert. Hasil pengumpulan data hasil rekap kuesioner dapat dilihat dalam lampiran. Hasil bobot nilai yang diperoleh disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Penjumlahan total bobot per aspek *usability*:

No	Aspek	Total bobot
1	<i>Learnability</i>	521
2	<i>Efficiency</i>	386
3	<i>Memorability</i>	368
4	<i>Errors</i>	384
5	<i>Satisfaction</i>	527

Langkah selanjutnya dilakukan perhitungan dengan membagi hasil bobot nilai per aspek *usability* dibagi dengan jumlah responden, dan kemudian dibagi lagi dengan jumlah pertanyaan masing – masing aspek. Dengan rumus yang ada di teori :

Berikut adalah proses perhitungannya:

$$\text{Learnability} = \frac{521}{29} = \frac{17,9}{4} = 4,47$$

$$\text{Efficiency} = \frac{386}{29} = \frac{13,3}{3} = 4,43$$

$$\text{Memorability} = \frac{368}{29} = \frac{12,6}{3} = 4,2$$

$$\text{Errors} = \frac{270}{29} = \frac{13,5}{3} = 4,5$$

$$\text{Satisfaction} = \frac{527}{29} = \frac{18,1}{4} = 4,52$$

Dari perhitungan data hasil kuesioner tersebut, diperoleh nilai akhir masing–masing aspek/komponen. Aspek *learnability* 4,47, *efficiency* 4,43, *memorability* 4,2, *errors* 4,5, dan *satisfaction* 4,52.

5. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian *Blackbox*, aplikasi ini bebas dari kesalahan fungsional dengan nilai 100% dan hasil pengujian *usability* menggunakan kuesioner Aspek *learnability* 4,47, *efficiency* 4,43, *memorability* 4,2, *errors* 4,5, dan *satisfaction* 4,52, aplikasi ini teruji dalam kategori “Baik”, sehingga layak untuk media pembelajaran pengenalan komponen elektronika.

Referensi

- [1] Amin, D., and Govilkar,S., “Comparative Study of *Augmented Reality* SDK’s”, *International Journal on Computational Sciences & Applications (IJCSA)*, New Panvel,India. 2015.
- [2] Arif sudarjo. “Elektronika 1”. *Yudistira*, Surabaya. 2000
- [3] Azuma, Ronald T. “A Survey of *Augmented Reality*, Presence”, vol 6, 355 – 385. 1997.
- [4] Chowanda Andry, Bayu kanigoro. “Pengaturan Tata Letak Perabotan Rumah Tangga Dengan *Augmented Reality*”, jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, BINUS University, Jakarta. 2011.
- [5] Gayeski, D.M., “Multimedia for Learning: Development, Application, Evaluation”. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications. 1993.
- [6] Huda Ahmad A. “Perancangan *Augmented Reality* Jenis-Jenis Hewan Sebagai Media Pembelajaran Anak TK Aba Kreaga”, Jurusan Teknik Informatika, Teknik Informatika STMIK Amikom Yogyakarta, Yogyakarta. 2015.
- [7] Irmayana Andi, Ahyana. “Aplikasi Pengenalan Simbol Komponen Elektronika Menggunakan *Augmented Reality* Berbasis Android”, Jurusan Teknik Informatika, STMIK DIPANEGARA Makassar, Makassar. 2015.
- [8] Rahadi, D.R, “Pengukuran *Usability* Sistem Menggunakan Use Questionnaire pada Aplikasi Android”, *Jurnal Sistem Informasi*, vol 661-671 Universitas Bina Darma Palembang. 2014.
- [9] Rifa’il M., L Tri., dan Anastasya Latubessy. “Penerapan Teknologi *Augmented Reality* Pada Aplikasi Catalog Rumah Berbasis Android”, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus. 2014.
- [10] Roedavan,R., Unity Turtorial Game Engine, Informatika, Bandung. 2016.
- [11] Rosa, A., dan Shalahuddin, M. “Rekayasa Perangkat Lunak”. Bandung, Informatika Bandung. 2013.
- [12] Adrian, QJ., Ambarwari, A., Lubis, M. “Perancangan Buku Elektronik Pada Pelajaran Matematika Bangun Ruang Sekolah Dasar Berbasis *Augmented Reality*”. *Jurnal Simetris*. Vol. 11, No.1, 2020, 171-175. 2020..
- [13] Wibawanto Hari. 2013. *Elektronika Dasar*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [14] Zaki Ali, Edy Winarno, SmitDev Community. 2016. *Animasi Karakter dengan Blender dan Unity*, Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [15] Zulkarnais, A., Prasetyawan. P., Sucipto. A., “Game Edukasi Pengenalan Cerita Rakyat Lampung Pada Platform Android”. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 3(1), p. 96. 2018.