

Pembelajaran Menggunakan Augmented Reality Pada Alat-Alat Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif Kelas X

Eko Sulistyoko¹, Hendrawan Armanto S.Kom, M.Kom^{2*}

^{1,3} Teknologi Informasi, Institut Sains Dan Teknolgi Terpadu Surabaya

¹eko.sulistyoko@gmail.com

² Teknologi Informasi, Institut Sains Dan Teknolgi Terpadu Surabaya

*Corresponding author email: hendrawa@sts.edu

Abstrak— *Augmented Reality (AR)* adalah sebuah aplikasi yang mampu menampilkan obyek 3D pada dunia nyata dengan tampilan virtual yang memungkinkan pengguna dapat berinteraksi dengan obyek virtual. Pada penelitian ini, marker yang digunakan berupa gambar obyek dari alat-alat 2D Handtools pada pekerjaan dasar otomotif. Handtools disebut juga alat tangan yang diperlukan dalam melakukan pekerjaan otomotif. Penggunaan handtools dilakukan dengan hanya menggunakan tenaga manusia. Handtools biasanya dikemas dalam tool box berupa kotak yang berisi alat-alat tangan.

Aplikasi *Augmented Reality* yang dibangun diberi nama PDTO-AR untuk menampilkan bentuk 3D handtools ini digunakan untuk memudahkan proses belajar mengajar dikelas, serta untuk meningkatkan pemahaman siswa mengenai materi Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif (PDTO). Selain itu karena keterbatasan alat praktek disekolah menjadi kendala utama dalam menyampaikan materi ke siswa. Dengan menggunakan aplikasi ini diharapkan siswa dapat meningkatkan pemahaman serta meningkatkan minat belajar.

Kriteria ujicoba aplikasi dan marker meliputi *User Interface* yang representatif dengan konten yang sangat menarik siswa untuk semangat dalam belajar karena mendapatkan pengalaman belajar yang berbeda. Hasil penelitian menggunakan analisis anova menunjukkan peningkatan pemahaman terhadap materi Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif (PDTO). Nilai pretest sebelum menggunakan aplikasi PDTO-AR sebesar 56,28 sedangkan setelah menggunakan aplikasi PDTO-AR nilai posttest naik menjadi 81,28.

Kata Kunci— *Augmented Reality, PDTO, Otomotif, Anova, Handtools*

I. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan dunia otomotif diiringi dengan berkembangnya peralatan penunjang dalam bengkel perbaikan otomotif. Peralatan-peralatan tersebut memberikan kemudahan dalam pekerjaan teknik otomotif. Penggunaan peralatan-peralatan dalam pekerjaan otomotif harus sesuai dengan standart yang telah ditentukan. Tujuannya adalah untuk mencapai keamanan dan keselamatan kerja pada komponen dan penggunaannya.

Rasio jumlah alat dengan jumlah siswa pada sekolah SMK YPM 8 Sidoarjo sangat tidak sebanding, sekolah tidak mungkin menyediakan alat praktek sesuai dengan jumlah siswa yang ada. Serta keterbatasan ruang praktek menjadi kendala agar materi bisa tersampaikan dengan baik.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin lama semakin berkembang sangat pesat, terutama dalam bidang pendidikan dan animasi 2D maupun 3D. Penggunaan media pembelajaran semakin beragam dan bervariasi. Teknologi komputer tidak lagi dikenal sebagai perangkat bantu dan hiburan saja dalam dunia pendidikan tetapi telah berkembang menjadi alat bantu siswa untuk memahami konsep-konsep materi yang disajikan oleh guru secara interaktif dan mampu memberikan informasi yang lebih detail dibandingkan dengan media pembelajaran konvensional.

Dalam proses penelitian yang dilakukan untuk pengambilan data dengan cara memberikan *pretest* terhadap dua buah kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol, sedangkan untuk *posttest* akan dilakukan pada kelas yang sama yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol, setelah mendapatkan materi dengan menggunakan aplikasi *Augmented Reality (AR)* dengan nama Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif (PDTO-AR) pada kelas eksperimen. Kemudian dilakukan proses mengisi kuisioner *Usability* pada kelas eksperimen, dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar kegunaan Aplikasi PDTO-AR terhadap pemahaman materi pekerjaan dasar khususnya Handtools.

Input yang digunakan adalah berupa gambar 2D dari obyek sesungguhnya yang dibingkai dengan garis yang disamping garis terdapat kotak-kotak kecil yang sekaligus akan berfungsi sebagai marker. Gambar 2D yang digunakan untuk pembelajaran berjumlah kurang lebih ada 36 gambar.

Output yang dihasilkan dalam penelitian ini sebuah aplikasi yang dapat menampilkan obyek 3D tentang Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif khususnya untuk materi *handtools* pada pembelajaran di SMK jurusan TKR Otomotif. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana siswa mampu meningkatkan pemahamannya dalam mengenal *handtools* beserta dengan fungsinya pada kelas sepuluh jurusan TKR Otomotif dengan perhitungan standart signifikan $\alpha = 5\%$ atau 0,05.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Teknologi *Augmented Reality* di era modern sekarang ini sangat berguna sekali baik dalam dunia pendidikan, kesehatan, kedokteran, dan instansi-instansi lain, bahkan untuk promosi sebuah produk menggunakan *Augmented Reality* untuk menarik konsumen. Dalam dunia pendidikan tentunya dengan teknologi *Augmented Reality* sangat berguna sekali, sebagai contoh untuk media pembelajaran komputer jaringan, dengan

menggunakan *Augmented Reality* akan memudahkan siswa dalam belajar [1].

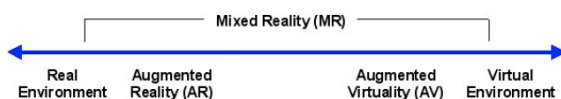
Augmented Reality menarik perhatian penelitian karena kemampuannya untuk memungkinkan siswa tenggelam dalam pengalaman realistis. Oleh karena itu, sebuah penelitian yang mengkaji manfaat utama penggunaan aplikasi augmented reality dalam dunia pendidikan. Ini juga bertujuan untuk menguji penerimaan pengguna atas aplikasi augmented reality dalam lingkungan e-learning di sekolah dasar, dari perspektif guru, sebagai percobaan awal. Selain itu, mengeksplorasi hambatan dan manfaat utama saat mengadopsi teknologi ini [2].

A. Pengertian Augmented Reality

Dalam berbagai sumber menjelaskan *Augmented Reality* atau yang sering disebut AR adalah sebuah teknologi yang digunakan untuk menampilkan obyek 3D ataupun dalam bentuk animasi kedalam dunia nyata, atau dalam arti lain AR merupakan sebuah teknologi yang memperluas area fisik kita dengan menambahkan lapisan informasi digital didalamnya, AR akan ditampilkan secara langsung pada lingkungan yang ada dengan menambahkan audio, video ataupun gambar 3D atau grafik kedalamnya. Jadi AR merupakan kenampakan lingkungan fisik dunia nyata, diikuti dengan gambar yang dihasilkan komputer sehingga mengubah persepsi realitas.

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Ronald Azuma mengenai *Augmented Reality* dapat diartikan sebagai teknologi mencitrakan dan menggabungkan antara benda maya 2D atau 3D kedalam lingkungan nyata 3D kemudian memproyeksikan benda maya tersebut secara *real-time* [3]. Sedangkan menurut Paul Mealy, *Augmented Reality* adalah cara melihat dunia nyata (baik secara langsung atau melalui perangkat seperti kamera yang menciptakan visual dunia nyata) dan "menambah" visual dunia nyata dengan input yang dihasilkan komputer seperti gambar diam, audio, atau video. AR berbeda dari VR karena AR menambah (menambah) dunia nyata atau adegan yang sudah ada bukan membuat sesuatu yang baru dari awal [4].

Sedangkan menurut Paul Milgram *Augmented Reality* adalah menggabungkan dunia maya atau virtual dengan dunia nyata [5]. Yang dimaksud interaktif disini adalah user dapat berinteraksi dengan *Augmented Reality*, sehingga ada pengaruh di *Augmented Reality* tersebut, misalnya user menggunakan smart phonenya yang terdapat button-button untuk menjalankan, atau user bisa menggerakkan obyek 3D yang muncul pada layar.



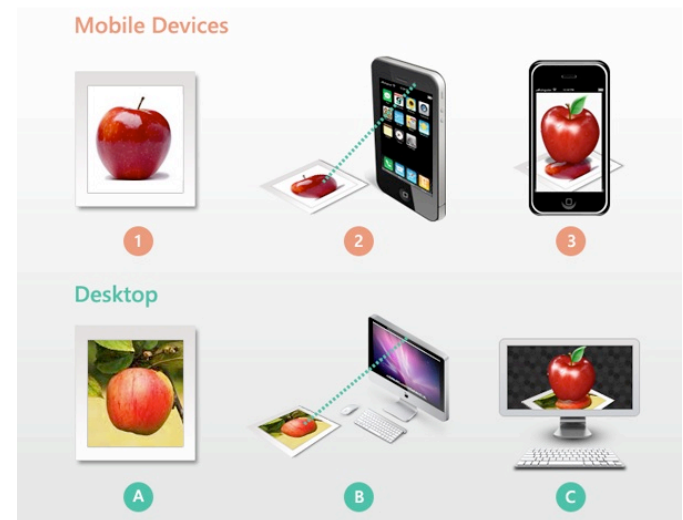
Gbr. 1 Hubungan *Augmented Reality* dengan Virtual Reality menurut Paul Milgram

Pada saat ini *Augmented Reality* maupun Virtual Reality sudah banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang diantaranya pendidikan, pelatihan dan hiburan, bahkan dalam militer juga menggunakan teknologi ini. Didunia kesehatan Virtual Reality memegang peranan penting dalam

mensimulasikan bedah ataupun proses pengambilan kanker pada manusia. Dari berbagai jurnal pendidikan terkait dengan *Augmented Reality* yang menyebutkan bahwa dengan teknologi *Augmented Reality* mampu memberikan manfaat dan pengalaman belajar yang efektif dan dampak yang positif bagi siswa.

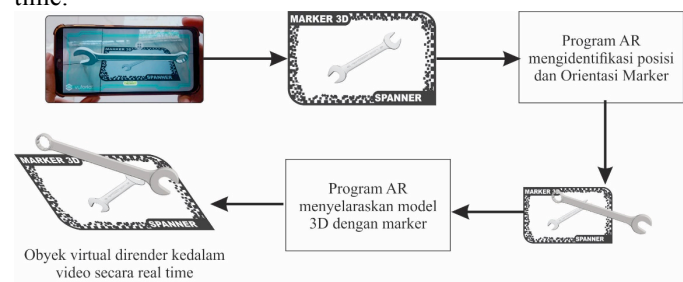
B. Cara Kerja Augmented Reality

Secara sederhana supaya sebuah obyek bisa ditampilkan, diperlukan perangkat yang akan membantu proses menampilkan obyek yang diinginkan, diantaranya adalah kamera, komputer, layar/display.



Gbr. 2 Cara Kerja Penerapan Augmented Reality

Dalam pembuatan AR supaya sebuah gambar marker 2D dapat menampilkan obyek 3D diatas marker, dibutuhkan beberapa proses yang harus dilalui. Langkah awal dimulai ketika kamera menangkap video langsung, Video dari kamera kemudian menangkap gambar dan merubah kedalam bentuk kode digital, kemudian mengidentifikasi marker melalui deteksi tepi dan pembuatan pola yang kemudian di binerkan. Marker mengidentifikasi posisi program AR dan mengarahkan objek 3D mengacu pada marker. Kemudian mengarahkan konten digital dengan penanda fisik. Simbol dari marker disesuaikan dengan konten 3D digital yang telah digunakan, Program menyelaraskan model 3D dengan marker, selanjutnya melakukan rendering objek virtual dalam marker dan video, yang kemudian menampilkan di display secara real time.



Gbr. 3 Alur Proses Pembuatan AR

Pada sistem *Augmented Reality* terdapat proses inti yang disebut dengan *tracking* dan *rendering*. Modul *tracking* merupakan inti dari proses *Augmented Reality* dimana pada proses ini melakukan pengenalan marker dan perhitungan pose relative kamera secara *real time*. Istilah pose ini berarti posisi enam derajat kebebasan (*Degree Of Freedom* (DOF)) yaitu perhitungan lokasi dan orientasi 3D obyek virtual. Modul *rendering* menggabungkan gambar/marker dan obyek virtual dengan menghitung pose dan menampilkan kedalam display [6].

C. Marker

Marker atau penanda adalah sebuah pola yang khusus yang akan dibaca dan dikenali oleh kamera, sehingga pada saat kamera mengenali atau mendeksi marker maka obyek 3D akan ditampilkan pada area yang sudah ditentukan pada marker. Berdasarkan kategorinya *Augmented Reality* dibagi menjadi dua kategori yaitu *Marker Based Tracking* atau biasanya disebut Marker AR dan *Markerless Augmented Reality/Markerless Based Tracking* [7].

D. Handtools

Handtools disebut juga alat tangan yang diperlukan dalam melakukan pekerjaan otomotif. Penggunaan handtools dilakukan dengan hanya menggunakan tenaga manusia. Handtools biasanya dikemas dalam tool box berupa kotak yang berisi alat-alat tangan. Handtools jenisnya bermacam-macam. Jenis-jenis handtools dikelompokkan menjadi dua kategori yaitu peralatan bengkel otomotif dan peralatan kerja bangku.

E. Penelitian tentang Augmented Reality

Pada penelitian yang dilakukan oleh Altan Akin dan Gokturk ini mempelajari bagaimana Augmented Reality (AR) meningkatkan Teori Pikiran (ToM) untuk siswa dengan gangguan perkembangan syaraf, dengan menggunakan layar sentuh 2D dan metode tradisional dua dimensi (kertas) digunakan untuk membandingkan hasilnya [8].

Metode dua dimensi model tradisional (kertas), layar sentuh 2D dan lingkungan tampilan komputer visual 3D (AR) digunakan untuk membandingkan kemampuan ToM SWND berdasarkan pada kisah Pangeran Kecil. Ini adalah pertama kalinya untuk membandingkan kemampuan ToM dari SWND pada platform pengujian yang berbeda dan menginspirasi skenario cerita terkenal.

Hasil studi lebih lanjut menunjukkan antarmuka komputer yang dirancang dan sistem komputer menjaga SWND lebih terkonsentrasi daripada melakukan tes di atas kertas. Hasil menggunakan kertas atau model berbasis komputer (layar sentuh 2D dan Augmented Reality) dapat ditingkatkan secara signifikan.

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Matsutomo membahas penampakan medan magnet dalam bentuk 3D untuk tujuan Pendidikan. System yang digunakan untuk memvisualkan menggunakan Augmented Reality (AR). System yang diusulkan adalah pengamatan terhadap distribusi medan magnet dan visibilitas stereoscopic dalam ruang 3D. Dalam makalah ini penulis mengusulkan system pencitraan

3D yang menggabungkan eksperimen real-time dan simulasi komputer menggunakan Teknik Augmented Reality (AR) dan Head Mounted Display (HMD) [9].

Marker menunjukkan posisi dan jenis obyek, pengenalan gambar dieksekusi dengan menggunakan ARToolkit secara real-time. Jarak kamera terhadap marker dan sudut marker juga dapat dideteksi dengan menggunakan ARToolkit secara realtime. Dengan aplikasi yang dibuat dimungkinkan adanya keseimbangan yang baik antara waktu komputasi dan keakuratan simulasi visual. Sistem aplikasi yang dibuat mempunyai beberapa fitur tambahan seperti visualisasi gangguan medan magnet dari berbagai sumber dan menampilkan garis fluk dalam ruang medan magnet 3D.

Munoz-Cristobal melakukan penelitian yang membahas pemanfaatan AR kedalam Pendidikan baik formal maupun informal. Peneliti mengambil disebuah desa di Spanyol, untuk melakukan penelitiannya menggunakan GLUEPS-AR untuk mengintegrasikan beberapa kegiatan yang memanfaatkan beberapa jenis AR [10].

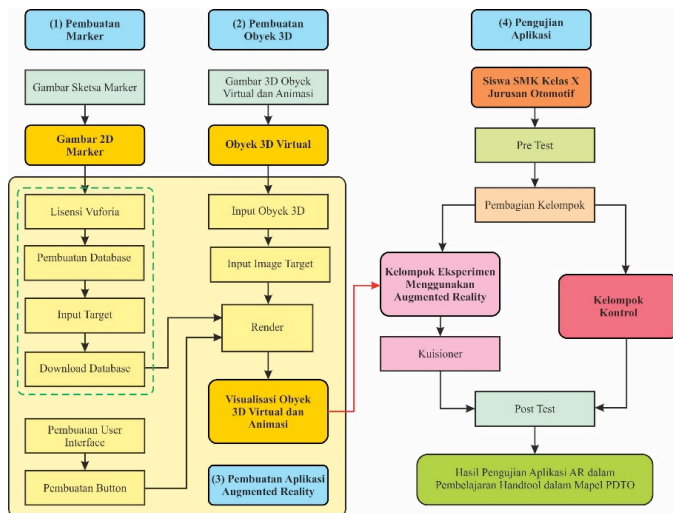
GLUEPS-AR adalah sistem yang bertujuan membantu para guru menciptakan dan menerapkan situasi pembelajaran yang dapat memanfaatkan berbagai teknologi web dan AR. GLUEPS-AR dapat mengintegrasikan beberapa klien AR seluler yang ada (misalnya, Layar) dan beberapa teknologi web yang biasa digunakan dalam pendidikan, seperti VLEs dan alat Web 2.0. GLUEPS-AR tidak bertujuan untuk menyediakan fitur teknologi AR baru, tetapi lebih pada membantu guru dalam mengintegrasikan solusi AR yang sudah ada ke dalam praktik pengajaran mereka.

Bukti yang dikumpulkan selama evaluasi menunjukkan bahwa GLUEPS-AR memberikan dukungan yang memuaskan bagi para guru untuk membuat Game of Blazons. Bukti juga menunjukkan bahwa GLUEPS-AR dapat membantu guru mempraktikkan situasi pembelajaran lain yang berbeda dengan menggunakan beberapa jenis AR, menambah lingkungan fisik atau kertas, dan mengintegrasikan AR dengan alat lain yang biasa digunakan dalam pendidikan, seperti alat VLE dan Web 2.0.

III. ARSITEKTUR DESAIN

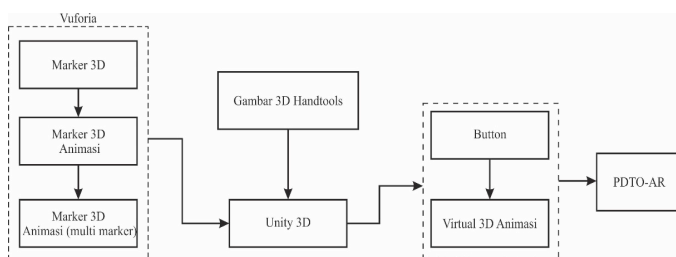
Arsitektur desain aplikasi dalam penelitian ini terdiri dari 4 tahapan yaitu pembuatan marker handtool yang dibuat menggunakan aplikasi Corel Draw yang diexport dalam bentuk JPEG, pembuatan obyek 3d handtool menggunakan aplikasi 3DS Max dan pembuatan aplikasi Augmented Reality menggunakan unity 3D sedangkan databasenya menggunakan Vuforia yang merupakan arsitektur aplikasi yang akan dibuat. Pada Gbr. 4 dijelaskan mengenai arsitektur penelitian.

Sedangkan tahapan pengujian aplikasi merupakan metode dan hasil penelitian dalam meningkatkan pemahaman terhadap materi handtools pada mata pelajaran Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif (PDTO) dengan menggunakan Augmented Reality.



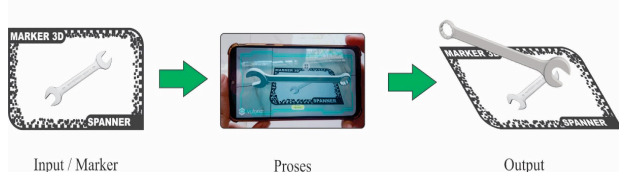
Gbr. 4. Arsitektur Penelitian AR Pada Pembelajaran PDTO.

Ada tiga macam jenis marker yang diinputkan ke dalam database vuforia yaitu pertama marker 3D yang berisi marker yang digunakan untuk menampilkan obyek 3D tanpa animasi, kedua marker 3D Animasi yang digunakan untuk menampilkan obyek 3D yang beranimasi, dan yang ketiga adalah multi marker animasi yang akan digunakan untuk menampilkan obyek 3D hasil gabungan dari beberapa marker. Marker yang digunakan sama dengan marker 3d animasi pada bagian dua.



Gbr. 5 Arsitektur Aplikasi

Pada Gbr. 5 diatas dijelaskan aplikasi dibuat menggunakan teknologi *Augmented Reality* dengan metode *Marker Based Tracking*. Tahapan penggunaan media pembelajaran pemahaman tentang handtools pada mata pelajaran Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif langkah awal, *user* melakukan proses scanning marker *handtools* menggunakan *smartphone*. Kemudian *smartphone* mendeteksi marker *handtools* dan memvisualisasikan kedalam bentuk obyek virtual 3D secara real time.

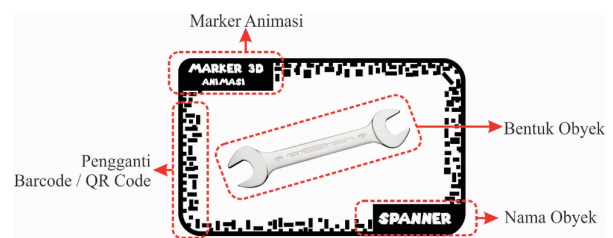


Gbr. 6. Proses penggunaan media pembelajaran menggunakan Augmented Reality

A. Pembuatan Aplikasi

Pembuatan aplikasi menggunakan input berupa pembuatan gambar 2D atau marker dan obyek virtual 3D. Gambar 2D yang digunakan untuk pembelajaran menggunakan gambar 2D yang ditengah ada sebuah gambar 2D yang akan ditampilkan, dibingkai kotak dipingirnya terdapat kotak-kotak kecil sebagai penanda yang mirip dengan QR-Code, dipojok kiri atas terdapat tulisan marker 3D dipojok kanan bawah ada tulisan nama obyek yang akan ditampilkan dalam bentuk 3D. Output yang dihasilkan berupa visualisasi obyek virtual 3D diatas gambar 2D atau marker. Proses pembuatan gambar 3D sekaligus sebagai obyek 3D virtual *Augmented Reality* menggunakan 3DS Max 2019.

Sedangkan image target adalah marker yang dapat dideteksi dan dilacak sebagai kunci untuk menampilkan obyek virtual 3D. pembuatan image target menggunakan bantuan Vuforia SDK. Gambar 2D digunakan sebagai data set marker berjumlah 36 buah gambar.



Gbr. 7 Marker

B. User Interface

Desain aplikasi untuk mata pelajaran Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif ini mengambil background gambar-gambar yang berhubungan dengan handtools, harapannya siswa sejak awal menjalankan aplikasi sudah tertarik dan ingin belajar lebih jauh untuk mata pelajaran PDTO ini.

Tampilan awal aplikasi yang dibuat sederhana dengan harapan mudah digunakan, tampilan awal dapat dilihat pada Gbr. 8. Setelah melakukan proses tekan start maka akan diarahkan pada menu utama yang dapat dipilih oleh *user* seperti pada Gbr. 8.



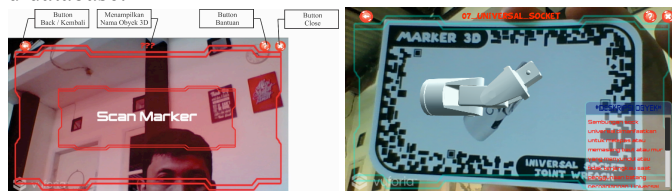
Gbr. 8 Opening dan Menu Utama

Ketika menu Mulai Belajar dipilih, *user* akan dapat memilih 3 buah level belajar. Level 1 *user* menggunakan marker tanpa animasi untuk menampilkan obyek 3D. Level 2 *user* akan dapat melihat obyek 3D disertai dengan animasi. Sedangkan Level 3 untuk menampilkan obyek 3D beranimasi yang berinteraksi dengan multimarker. Gbr. 9 Pilihan menu belajar dan *User* akan diberikan penjelasan mengenai persiapan sebelum masuk ke proses scan marker.



Gbr. 9. Pilihan menu mulai belajar dan tampilan siap melakukan scan marker.

Untuk membedakan tampilan pada tiap level akan ditunjukkan dengan warna yang berbeda pada tiap levelnya. Sedangkan marker yang digunakan ada dua macam marker yaitu marker animasi dan marker tanpa animasi. Tampilan awal ketika siap melakukan scan marker ditunjukkan oleh Gbr. 10 dan hasil dari marker ketika dideteksi terdaftar didatabase.



Gbr. 10 Tampilan siap scan marker dan hasil scan marker

IV. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metode yang digunakan dengan membagi sampel menjadi dua kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Kelompok kontrol akan diberikan materi pembelajaran secara tradisional atau konvensional yaitu pembelajaran hanya memanfaatkan buku ajar dan guru memberikan catatan dan menerangkan. Sedangkan kelompok eksperimen pembelajaran dilakukan dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality*.

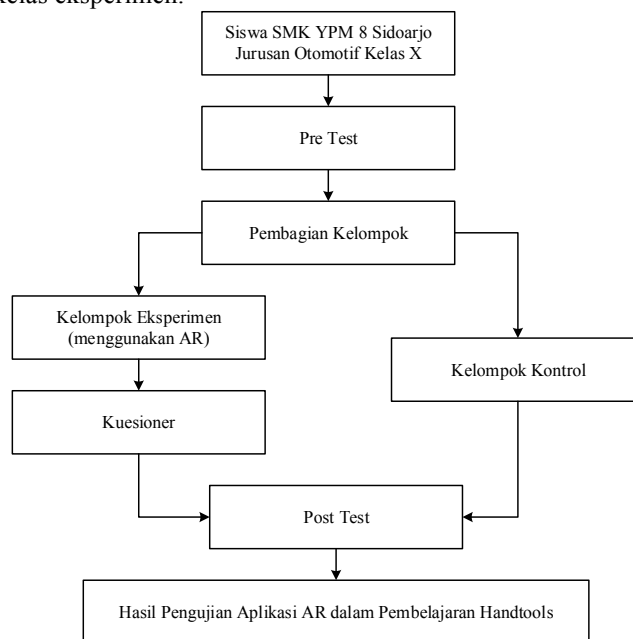
Untuk skenario pembelajaran dalam pemahaman materi handtools yang divisualisasikan ke dalam 3D yang dilakukan dalam waktu dua kali pertemuan dengan satu kali pertemuan selama 2 x 40menit dengan skenario pembelajaran yang terdiri dari :

- Mengerjakan soal pre test
- Pemberian materi handtools
- Penggunaan aplikasi *Augmented Reality*
- Pengerjaan soal post test
- Pengerjaan kuisioner aplikasi *Augmented Reality*.

Pembelajaran dirancang untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi handtools pada mata pelajaran Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif kelas X yang dapat dijelaskan pada Gbr. 11. Langkah awal yang dilakukan sebelum proses pembelajaran adalah dengan membagi menjadi 2 kelompok, setiap kelompok diberikan pre test untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa. Materi konvensional diberikan kepada kelompok kontrol sedangkan kelompok eksperimen diberikan materi handtools dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality*.

Pretest akan dilakukan secara bersama-sama untuk kelas kontrol maupun kelas eksperimen. Adapun bentuk soal pretest dan post test berupa soal-soal pilihan ganda sebanyak 20 soal

yang akan diujikan kepada 35 anak kelas kontrol dan 35 anak kelas eksperimen.



Gbr. 11 Arsitektur Pembelajaran PDTO

V. UJICOBA DAN ANALISA HASIL

A. Uji Coba Marker

Proses uji coba pendeteksian marker *Augmented Reality* pada aplikasi PDTO-AR. Dalam uji coba ini penulis menggunakan 2 (dua) *device* yaitu smartphone dengan merek dan spesifikasi yang berbeda yang dijelaskan pada Tabel I.

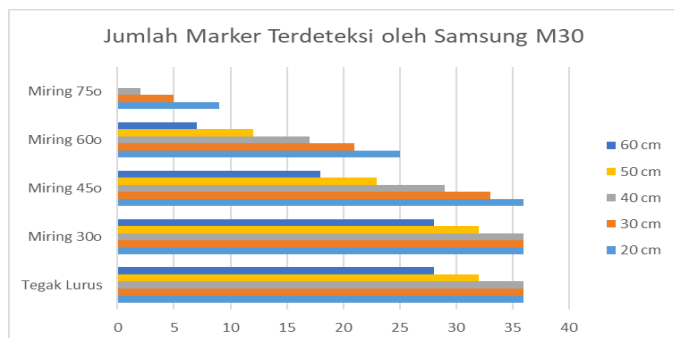
TABEL I
PERANGKAT UJI COBA APLIKASI AUGMENTED REALITY

Nama Perangkat	Operating Sistem	CPU	Resolusi Layar	Kamera
Samsung M30	Android versi 10	Okta-core 1.8 GHz	2.340 x 1.080 pixels	13 MP dan 16 MP
Sony Z5	Android 7.1.1	Okta-core 1.5 GHz	1.080 x 1.920 pixels	5 MP dan 23 MP

Deteksi marker atau drawing 2D merupakan uji coba sejauh mana kemampuan perangkat dalam memvisualisasikan obyek 3D dengan meletakkan handphone terhadap marker dengan jarak yang sudah ditentukan, selain itu kemiringan marker terhadap handphone juga diteliti.

TABEL III
RESUME MARKER TERDETEKSI DENGAN PERANGKAT SAMSUNG M30

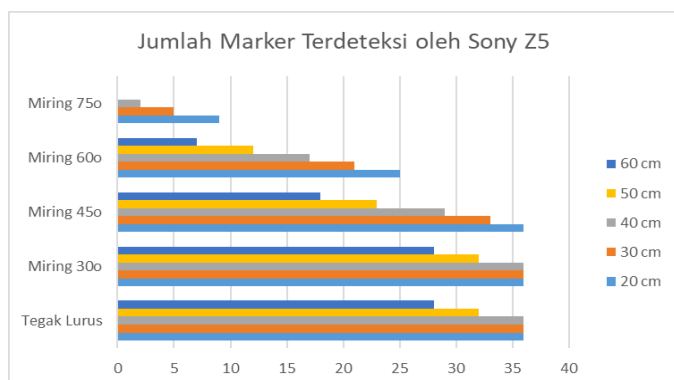
Jarak Deteksi (Cm)	Jumlah Marker Terdeteksi dalam Posisi Marker Terhadap Kamera (Pcs)				
	Tegak Lurus	Miring 30°	Miring 45°	Miring 60°	Miring 75°
20	36	36	32	20	4
30	36	36	30	16	1
40	36	36	26	14	-
50	36	22	21	10	-
60	36	19	10	2	-



Gbr. 12 Grafik marker terdeteksi oleh Samsung M30

TABEL IIIII
RESUME MARKER TERDETEKSI DENGAN PERANGKAT SONY Z5

Jarak Deteksi (Cm)	Jumlah Marker Terdeteksi dalam Posisi Marker Terhadap Kamera (Pcs)				
	Tegak Lurus	Miring 30°	Miring 45°	Miring 60°	Miring 75°
20	36	36	36	25	9
30	36	36	33	21	5
40	36	36	29	17	2
50	32	32	23	12	-
60	28	28	18	7	-



Gbr. 13 Grafik marker terdeteksi oleh Sony Z5

Dari hasil penelitian untuk proses deteksi marker menggunakan perangkat smartphone Samsung M30 dan Sony Z5 disimpulkan bahwa rata-rata marker dapat terdeteksi dengan posisi marker tegak lurus terhadap kamera meskipun pada jarak kamera 50cm, sedangkan untuk posisi marker dimiringkan 30° terhadap kamera marker dapat terdeteksi dengan jarak rata-rata pada jarak 40cm. Uji coba posisi marker pada kemiringan 45° terhadap kamera marker dapat terdeteksi pada rata-rata jarak maksimum 30cm. Untuk posisi marker pada kemiringan 60° terhadap kamera dapat mendeteksi pada jarak 20cm, tetapi tidak semua bisa terdeteksi dengan baik pada jarak 20cm. Sedangkan uji coba pada kemiringan 75° terhadap kamera rata-rata marker hampir tidak dapat dideteksi dengan baik pada posisi ini. Pada kondisi tertentu kadang-kadang gambar 3D yang muncul tidak sesuai dengan marker yang digunakan, sehingga harus diulang beberapa kali sampai muncul gambar 3D yang diharapkan.

B. Proses Pengambilan Data

Proses penelitian ini untuk mendapatkan data dengan dilakukan pre test yang dilaksanakan sebelum guru mata pelajaran Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif (PDTO) menyampaikan materi mengenai handtools kepada masing-masing kelas kontrol maupun kelas eksperimen. Para siswa yang berada pada kelas kontrol akan mendapatkan proses belajar secara konvensional. Sedangkan kelas eksperimen untuk proses belajar menggunakan teknologi *Augmented Reality* dengan menggunakan aplikasi PDTO-AR.



Gbr. 14 Post test pada kelas kontrol dan eksperimen

Pada kelas kontrol guru memberikan pembelajaran dengan menggunakan alat yang sesungguhnya serta menggunakan buku modul dan LKS sebagai media belajar dan siswa mencatat apa yang diterangkan oleh guru. Sedangkan pada kelas kontrol guru memberikan pembelajaran dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality* selain itu juga menggunakan buku ajar sebagai modul utama.



Gbr. 15 Pembelajaran Konvensional vs Augmented Reality

C. Analisa Data dan Penelitian

Pada penelitian ini untuk menganalisa data menggunakan anova one way. Anova atau analisis of variant adalah sebuah analisis statistik yang menguji perbedaan rerata antar group [11]. Grup pada penelitian ini adalah dua buah kelas yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen. Data hasil penelitian pre test dan post test ditunjukkan pada Tabel IV.

TABEL IVV
HASIL UJI PRE TEST DAN POST TEST

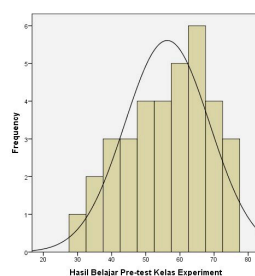
No	Kelas Kontrol		Kelas Eksperimen	
	Pre Test Kontrol	Post Test Kontrol	Pre test Eksperimen	Post test Eksperimen
1	60	40	75	85
2	45	65	60	80
3	40	60	60	70
4	50	70	65	80
5	55	75	75	90
6	40	70	65	85
7	50	45	55	75
8	55	65	45	75
9	45	60	70	95
10	55	70	40	95
11	35	50	60	85
12	25	60	45	90

No	Kelas Kontrol		Kelas Eksperimen	
	Pre Test Kontrol	Post Test Kontrol	Pre test Eksperimen	Post test Eksperimen
13	55	80	35	70
14	35	70	50	85
15	40	55	70	80
16	60	70	40	75
17	30	55	50	95
18	60	85	55	85
19	55	75	45	75
20	50	80	55	85
21	65	80	35	80
22	65	85	40	70
23	45	50	60	90
4	30	45	30	65
25	25	55	60	80
26	55	65	55	90
27	70	80	70	85
28	65	70	65	75
29	45	75	65	80
30	65	70	65	80
31	50	50	50	85
32	20	55	70	85
33	20	40	50	70
34	65	65	65	75
35	30	45	75	80

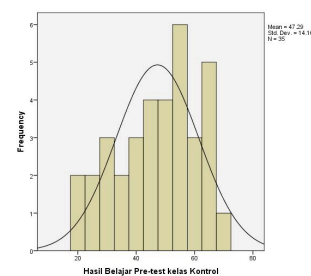
Pengolahan data untuk pre test untuk uji statistik diperoleh hasil seperti pada Tabel V. Ukuran pemusatan hasil belajar *pre-test* kelas experiment diantaranya (1) Mean = 56.29; (3) Median = 60; dan (4) Modus = 65. Ukuran pemusatan hasil belajar *pre-test* kelas kontrol diantaranya (1) Mean = 47.29; (3) Median = 50; dan (4) Modus = 55. Ukuran penyebaran hasil belajar *pre-test* kelas experiment diantaranya (1) Std. Deviasi = 12.447; (2) Varians = 154,916 ; dan (3) Range = 45. Ukuran penyebaran hasil belajar *pre-test* kelas kontrol diantaranya (1) Std. Deviasi = 14.160; (2) Varians = 200,504 ; dan (3) Range = 50.

TABEL V
HASIL UJI PRE TEST
Statistic

		Hasil Belajar Pre Test Kelas Eksperimen	Hasil Belajar Pre Test Kelas Kontrol
N	Valid	35	35
	Missing	35	35
Mean		56.29	47.29
Median		60.00	50.00
Mode		65	55
Std. Deviation		12.447	14.160
Variance		154.916	200.504
Skewness		-.348	-.381
Std. Error of Skewness		.398	.398
Kurtosis		-.800	-.855
Std. Error of Kurtosis		.778	.778
Range		45	50
Sum		1970	1655
Percentiles	25	45.00	35.00
	50	60.00	50.00
	75	65.00	60.00



(a)



(b)

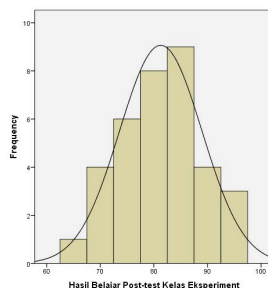
Gbr. 16 Histogram hasil belajar pre test (a) kelas eksperimen (b) kelas kontrol

Selanjutnya setelah dilakukan proses pembelajaran pada kelas kontrol maupun kelas eksperimen. Untuk mengetahui hasil belajar pada siswa dilakukan post test kemudian dilakukan uji statistik hasilnya seperti pada Tabel VI.

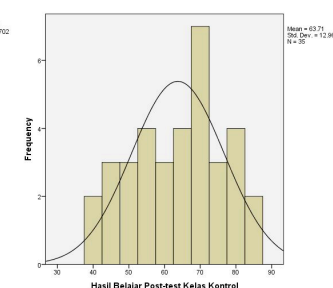
TABEL VI
UJI STATISTIK POST TEST

Statistic

		Hasil Belajar Pre Test Kelas Eksperimen	Hasil Belajar Pre Test Kelas Kontrol
N	Valid	35	35
	Missing	35	35
Mean		81.29	63.71
Median		80.00	65.00
Mode		85	70
Std. Deviation		7.702	12.967
Variance		59.328	168.151
Skewness		-.050	-.204
Std. Error of Skewness		.398	.398
Kurtosis		-.537	-.948
Std. Error of Kurtosis		.778	.778
Range		30	45
Sum		2845	2230
Percentiles	25	75.00	55.00
	50	80.00	65.00
	75	85.00	75.00



(a)



(b)

Gbr. 17 Histogram hasil belajar post test (a) kelas eksperimen (b) kelas kontrol

Ukuran pemusatan hasil belajar *post-test* kelas experiment diantaranya (1) Mean = 81.29; (3) Median = 80; dan (4) Modus = 85. Ukuran pemusatan hasil belajar *post-test* kelas kontrol diantaranya (1) Mean = 63.71; (3) Median = 65; dan

(4) Modus = 70. Ukuran penyebaran hasil belajar *post-test* kelas experiment diantaranya (1) Std. Deviasi = 7.702; (2) Varians = 59,328 ; dan (3) Range = 30. Ukuran penyebaran hasil belajar *post-test* kelas kontrol diantaranya (1) Std. Deviasi = 12,967; (2) Varians = 168,151 ; dan (3) Range = 45.

Setelah dilakukan proses uji statistik selanjutnya dilakukan uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data berasal dari distribusi normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan pada hasil belajar akhir peserta didik dengan menggunakan statistika *Kolmogorov-Smirnov* dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Sampel berdistribusi normal

H_1 : Sampel tidak berdistribusi normal

Sebelum melakukan uji normalitas, terlebih dahulu menentukan signifikansi yaitu $\alpha = 0,05$. Apabila hasil dari pengujian signifikansi lebih besar dari 0,05 maka dapat dinyatakan menolak H_1 dan menerima H_0 namun apabila diperoleh signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka dapat dinyatakan menerima H_1 dan menolak H_0 . Berikut ini merupakan hasil uji normalitas distribusi

TABEL VII

UJI NORMALITAS HASIL BELAJAR PRE TEST MENGGUNAKAN *KOLMOGOROV-SMIRNOV*

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Hasil Belajar Pre Test Kelas Eksperimen	Hasil Belajar Pre Test Kelas Kontrol
N		35	35
Normal Parameter ^{a,b}	Mean	56.29	47.29
	Std Deviation	12.447	14.160
Most Extreme Differences	Absolute	.132	.136
	Postive	.072	.089
	Negative	-.132	-.136
Test Statistic		.132	.136
Asymp. Sig. (2-tailed)		.131 ^c	.102 ^c

TABEL VIII

UJI NORMALITAS HASIL BELAJAR POST TEST MENGGUNAKAN *KOLMOGOROV-SMIRNOV*

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Hasil Belajar Pre Test Kelas Eksperimen	Hasil Belajar Pre Test Kelas Kontrol
N		35	35
Normal Parameter ^{a,b}	Mean	81.29	63.71
	Std Deviation	7.702	12.967
Most Extreme Differences	Absolute	.142	.143
	Postive	.115	.092
	Negative	-.142	-.143
Test Statistic		.142	.143
Asymp. Sig. (2-tailed)		.070 ^c	.067 ^c

Setelah menarik kesimpulan berdasarkan uji persyaratan yaitu uji normalitas, tahap selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan uji hipotesis dengan uji *One Way ANOVA*. Uji *One Way ANOVA* merupakan uji hipotesis yang dimaksudkan untuk membuktikan kebenaran dari hipotesis

penelitian yang telah dibuat. Berikut ini merupakan rumusan hipotesis yang akan diuji.

$H_0: \mu < \mu_0$: Rata-rata hasil belajar siswa kurang dari KKM.

$H_1: \mu \geq \mu_0$: Rata-rata hasil belajar siswa lebih dari atau sama dengan KKM.

Sebelum melakukan uji hipotesis, terlebih dahulu menentukan tingkat signifikansi yaitu $\alpha = 0.05$. pengujian *statistic* dilakukan menggunakan program SPSS yakni *One Way ANOVA* dengan kesimpulan sebagai berikut.

$F_{hitung} \leq F_{tabel}$: maka H_0 diterima, artinya nilai rata-rata hasil belajar siswa kurang dari KKM.

$F_{hitung} \geq F_{tabel}$: maka H_0 ditolak, artinya nilai rata-rata hasil belajar siswa lebih dari atau sama dengan KKM.

Berikut ini merupakan hasil uji *statistic* dengan program SPSS yaitu *One Way ANOVA*

TABEL IX

HASIL HOMOGENITAS HASIL BELAJAR SISWA PRE TEST

Hasil Belajar Siswa Pre Test

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
11.885	1	68	.001

TABEL X

HASIL PRE TEST ONE WAY ANOVA

Hasil Belajar Siswa Pre Test

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	43.214	1	43.214	.229	.634
Within Groups	12858.571	68	189.097		
Total	12901.786	69			

TABEL XI

HASIL HOMOGENITAS HASIL BELAJAR SISWA POST TEST

Hasil Belajar Siswa Pos Test

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.242	1	68	0.76

TABEL XII

HASIL POST TEST ONE WAY ANOVA

Hasil Belajar Siswa Pos Test

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5851.429	1	5851.429	41.460	.000
Within Groups	9597.143	68	141.134		
Total	15448.571	69			

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan SPSS pada Tabel IX diperoleh hasil signifikan 0.001 yang menandakan bahwa data bersifat tidak homogen. Pada Tabel X diperoleh hasil rata-rata dari 70 peserta didik tidak melebihi KKM yaitu dengan nilai F_{hitung} sebesar 0.229 dengan df_1 sebesar 1 dan df_2 sebesar 68. Selanjutnya dengan taraf 0.05 dicari F_{tabel} dengan $DK_1 = N - 1 = 2 - 1 = 1$ dan $DK_2 = N - 2 = 70 - 2 = 68$, maka nilai F_{tabel} pada taraf signifikansi 0.05 adalah diantara 3.99 – 3.98 dengan demikian $F_h = 0.229 < F_t = 3.99 - 3.98$. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata hasil belajar akhir peserta didik tidak lebih dari KKM dengan demikian, media pembelajaran dikatakan efektif untuk digunakan.

Sedangkan, hasil analisis data menggunakan SPSS pada Tabel XI diperoleh hasil signifikan 0.076 yang menandakan bahwa data bersifat homogen. Pada Tabel XII diperoleh hasil rata-rata dari 35 peserta didik melebihi KKM yaitu dengan nilai F_{hitung} sebesar 41.460 dengan df_1 sebesar 1 dan df_2 sebesar 68. Selanjutnya dengan taraf 0.05 dicari F_{tabel} dengan $DK_1 = N - 1 = 2 - 1 = 1$ dan $DK_2 = N - 2 = 70 - 2 = 68$, maka nilai F_{tabel} pada taraf signifikansi 0.05 adalah diantara 3.99 – 3.98 dengan demikian $F_h = 41.460 > F_t = 3.99 - 3.98$. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata hasil belajar akhir peserta didik lebih dari sama dengan KKM dengan demikian, media pembelajaran dikatakan efektif untuk digunakan.

VI. KESIMPULAN

Setelah melakukan tahapan implementasi dan hasil pengujian telah dibahas sebelumnya dalam penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa :

Lama proses atau waktu deteksi tergantung dari jenis perangkat yang digunakan. Semakin tinggi pixel pada kamera maka akan semakin cepat proses tracking marker. Semakin tinggi spesifikasi android juga mempengaruhi kecepatan proses tracking marker. Pencahayaan ruangan juga dapat mempengaruhi saat proses tracking, semakin gelap pencahayaan dalam ruangan dan adanya bayang-bayang pada benda lain mempengaruhi proses tracking

Teknologi *Augmented Reality* yang digunakan dalam pembelajaran dapat membantu siswa dalam belajar khususnya siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dalam mempelajari materi *handtools* pada mata pelajaran Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif (PDTO).

Untuk meningkatkan kemampuan pemahaman siswa dalam pembelajaran Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif (PDTO) dengan menggunakan *Augmented Reality* menggunakan uji anova one way menghasilkan nilai post test dibawah signifikansi 5% yang berarti penggunaan aplikasi *Augmented Reality* berpengaruh terhadap peningkatan pemahaman siswa dalam materi *handtools* pada mata pelajaran PDTO.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur dipanjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan, teman-teman yang telah memberikan support dan terlebih anak dan istri yang selalu memberikan semangat.

REFERENSI

- [1] L. Magdalena and M. Kahfi, "Penerapan Teknologi Augmented Reality untuk Pengenalan Komponen Jaringan dan Cara Kerja TCP/IP berbasis Android," *Itej (Information Technol. Eng. Journals)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2016.
- [2] M. Alkhatabi, "Augmented reality as e-learning tool in primary schools' education: Barriers to teachers' adoption," *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 12, no. 2, pp. 91–100, 2017, doi: 10.3991/ijet.v12i02.6158.
- [3] R. T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," vol. 4, no. August, pp. 355–385, 1997.
- [4] Paul Mealy, "Virtual & Augmented Reality For Dummies," *Virtual & Augmented Reality For Dummies*, p. 352, 2008.
- [5] P. Milgram, H. Takemura, a Utsumi, and F. Kishino, "Mixed Reality (MR) Reality-Virtuality (RV) Continuum," *Syst. Res.*, 1994, doi: 10.1.1.83.6861.
- [6] S. Siltanen and V. tekinillinen tutkimuskeskus, *Theory and Applications of Marker-based Augmented Reality*. VTT, 2012.
- [7] Nami, "Mengenal Jenis-Jenis Dari Teknologi Augmented Reality?," 2017. <https://monsterar.net/2017/08/08/mengenal-jenis-augmented-reality/>, tanggal akses: 12 September 2020 .
- [8] N. T. Altan Akin and M. Gokturk, "Comparison of the Theory of Mind Tests on the Paper, 2D Touch Screen and Augmented Reality Environments on the Students with Neurodevelopmental Disorders," *IEEE Access*, vol. 7, no. c, pp. 52390–52404, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2902836.
- [9] S. Matsutomo, T. Manabe, V. Cingoski, and S. Noguchi, "A Computer Aided Education System Based on Augmented Reality by Immersion to 3-D Magnetic Field," *IEEE Trans. Magn.*, vol. 53, no. 6, pp. 2015–2018, 2017, doi: 10.1109/TMAG.2017.2665563.
- [10] J. A. Munoz-Cristobal, V. Gallego-Lema, H. F. Arribas-Cubero, J. I. Asensio-Perez, and A. Martinez-Mones, "Game of Blazons: Helping teachers conduct learning situations that integrate web tools and multiple types of augmented reality," *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 11, no. 4, pp. 506–519, 2018, doi: 10.1109/TLT.2018.2808491.
- [11] M. S. Prof. Dr. Sudjana, M.A., *Metoda Statistika*. Penerbit "Tarsito" Bandung, 2005.