

TESIS

**ANALISIS METODE MARKERLESS-BASED TRACKING TEKNIK
FACE TRACKER DALAM MENDETEKSI PERGERAKAN
WAJAH MANUSIA PADA PEMBUATAN
FILTER 2D DAN 3D**



Disusun oleh:

Nama : M.Ilham Arief
NIM : 21.51.2113
Konsentrasi : Intelligence Animation

**PROGRAM STUDI S2 TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2023

TESIS

**ANALISIS METODE MARKERLESS-BASED TRACKING TEKNIK
FACE TRACKER DALAM MENDETEKSI PERGERAKAN
WAJAH MANUSIA PADA PEMBUATAN
FILTER 2D DAN 3D**

**MARKERLESS-BASED TRACKING METHODS ANALYSIS OF THE
FACE TRACKER TECHNIQUES IN DETECTING
HUMAN FACIAL MOVEMENTS IN
2D AND 3D FILTER MAKING**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat Magister



Disusun oleh:

Nama : M.Ilham Arlef
NIM : 21.51.2113
Konsentrasi : Intelligence Animation

**PROGRAM STUDI S2 TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS METODE MARKERLESS-BASED TRACKING TEKNIK FACE
TRACKER DALAM MENDETEKSI PERGERAKAN WAJAH
MANUSIA PADA PEMBUATAN FILTER 2D DAN 3D**

**MARKERLESS-BASED TRACKING METHODS ANALYSIS OF THE FACE
TRACKER TECHNIQUES IN DETECTING HUMAN FACIAL
MOVEMENTS IN 2D AND 3D FILTER MAKING**

Dipersiapkan dan Disusun oleh

M. Ilham Arief

21.51.2113

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tesis
Program Studi S2 Teknik Informatika
Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta
pada hari Sabtu, 2 September 2023

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Komputer

Yogyakarta, 2 September 2023

Rektor

Prof. Dr. M. Suvanto, M.M.
NIK. 190302001

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS METODE MARKERLESS-BASED TRACKING TEKNIK FACE
TRACKER DALAM MENDETEKSI PERGERAKAN WAJAH
MANUSIA PADA PEMBUATAN FILTER 2D DAN 3D**

**MARKERLESS-BASED TRACKING METHODS ANALYSIS OF THE FACE
TRACKER TECHNIQUES IN DETECTING HUMAN FACIAL
MOVEMENTS IN 2D AND 3D FILTER MAKING**

Diperiapkan dan Disusun oleh

M.Iham Arief

21.51.2113

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tes
Program Studi S2 Teknik Informatika
Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta
pada hari Sabtu, 2 September 2023

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.
NIK. 190902106

Pembimbing Pendamping

Tonny Hidayat, M.Kom, Ph.D.
NIK. 190302182

Anggota Tim Penguji

Dhani Ariatmanto, M.Kom., Ph.D.
NIK. 190302197

Dr. Arief Setyanto, S.Si., M.T.
NIK. 190302036

Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.
NIK. 190902106

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Komputer

Yogyakarta, 2 September 2023
Direktur Program Pascasarjana

Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.
NIK. 190302106

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : M.Ilham Ariel
NIM : 21.51.2113
Konsentrasi : Intelligent Animation

Menyatakan bahwa Tesis dengan judul berikut:
Analisis Metode Markerless-Based Tracking Teknik Face Tracker dalam Mendeteksi Pergerakan Wajah Manusia Pada Pembuatan Filter 2D dan 3D

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Kusni M.Kom.
Dosen Pembimbing Pendamping : Timmy Hidayat, M.Kom, Ph.D.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim Dosen Pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidaksesuaian dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi

Yogyakarta, tanggal sekian bulan
Yang Menyatakan,



M. Ilham Ariel

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, atas pertolongannya tesis ini dapat terselesaikan. Hasil dari ini saya persembahkan untuk :

1. Almarhum bapak saya yang sudah tenang di sisi Allah SWT dan ibu atas segala dukungan dan doa yang tanpa henti ia panjatkan
2. 5 kakak saya yang selalu menjadi support financial ketika adeknya ini lagi tidak punya cuan
3. Om dan tante yang juga menjadi batu loncatan sehingga saya bisa melanjutkan Pendidikan Magister saya seperti sekarang ini
4. Sahabat dan teman-teman yang menjadi support system yang sangat terbaik

HALAMAN MOTTO

"Jagalah pikiranmu, karena pikiranmu akan menjadi kata-kata. Jagalah kata-katamu, karena kata-katamu akan menjadi tindakan. Jagalah tindakanmu, karena tindakanmu akan menjadi kebiasaan. Jagalah kebiasaanmu, karena kebiasaanmu akan menjadi karakter. Jagalah karaktermu, karena karaktermu akan menentukan nasibmu." - Lao Tzu

"Jika kamu kaya, walaupun kamu tinggal di puncak gunung, orang akan mencarimu. Jika kamu miskin, walaupun kamu tinggal di tengah kota, tidak ada seorang pun yang akan mencarimu."

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadiran Allah ta'ala yang telah melimpahkan segala kebutuhan yang diperlukan selama penyusunan tesis ini, sehingga bisa terselesaikan.

Terima kasih penulis ucapkan, kepada :

1. Prof. Dr. M. Suyanto, M.M sebagai Rektor Universitas Amikom Yogyakarta yang membentuk konsentrasi Intelligence Animation.
2. Ibu Prof. Dr. Kusriani, M.Kom sebagai pembimbing utama yang telah mendampingi dalam penyusunan tesis ini.
3. Pak Tonny Hidayat, M.Kom., Ph.D sebagai pendamping yang selalu sabar dalam memberikan arahan
4. Orang Tua dan Teman – teman MTI-2021 kelas A Universitas Amikom Yogyakarta yang telah memberikan dukungan dalam proses tesis ini.

Penulis mengharapkan dalam penelitian ini bisa membantu bagi pihak yang membutuhkan. Kekurangan dan ketidaksempurnaan masih dapat ditemukan agar dapat menjadi patokan ke arah yang lebih baik lagi dimasa yang akan datang.

Dengan tambahan permohonan maaf saya apabila terdapat salah kata dan salah dalam penyusunan tesis ini, Terimakasih

Yogyakarta, 2 September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah.....	10
1.3. Batasan Masalah	10
1.4. Tujuan Penelitian	11
1.5. Manfaat Penelitian	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1. Tinjauan Pustaka.....	13
2.2. Keaslian Penelitian.....	18

2.3. Landasan Teori.....	24
BAB III METODE PENELITIAN.....	35
3.1. Jenis, Sifat, dan Pendekatan Penelitian.....	35
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	35
3.2.1 Eksperimen.....	35
3.2.2 Pengumpulan Data.....	36
3.3. Metode Analisis Data.....	36
3.4. Alur Penelitian.....	38
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1. Gambaran Umum Obyek Penelitian.....	41
4.2. Modeling Animation face 2D dan 3D.....	41
4.2.1 Modeling Animation face 2D.....	42
4.2.2. Modeling Animation face 3D.....	42
4.3. Implementasi Animation face 2D dan 3D.....	44
4.3.1. Proses Implementasi Metode Markerless based tracking, Teknik face tracker pada Animasi 2D.....	45
4.3.2. Proses Implementasi Metode Markerless based tracking, Teknik face tracker pada Animasi 3D.....	48
4.3.3. Hasil dari Proses Implementasi Metode Markerless based tracking, Teknik face tracker pada Animasi 2D dan 3D.....	50
4.4. Pengujian Animation face 2D dan 3D.....	51
4.4.1. Pengujian Markerless-based tracking.....	51

4.4.2. Hasil Pengujian Metode markerless-based tracking, Teknik face tracker 2D	56
4.4.3. Hasil Pengujian Metode markerless-based tracking, Teknik face tracker 3D	60
4.4.3. Pengujian Metode User Experience Questionnaire (UEQ)	66
4.4.4. Hasil dari User Experience Questionnaire (UEQ)	67
BAB V PENUTUP	77
5.1. Kesimpulan	77
5.2. Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	

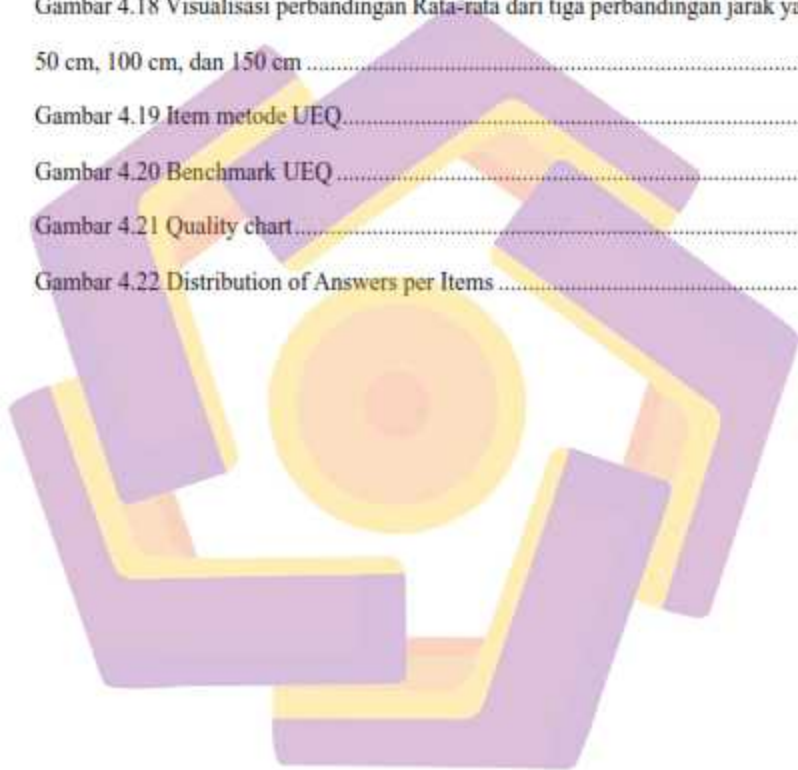
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Matriks literatur review dan posisi penelitian	18
Tabel 4.1 Parameter Pengujian	53
Tabel 4.2 Parameter (Skor Pengujian)	55
Tabel 4.3 Hasil skor pengujian Marker-based tracking 2D, Jarak 50 cm	57
Tabel 4.4 Hasil skor pengujian Marker-based tracking 2D, Jarak 100 cm	58
Tabel 4.5 Hasil skor pengujian Marker-based tracking 2D, Jarak 150 cm	59
Tabel 4.6 Hasil skor pengujian Marker-based tracking 3D, Jarak 50 cm	60
Tabel 4.7 Hasil skor pengujian Marker-based tracking 3D, Jarak 100 cm	61
Tabel 4.8 Hasil skor pengujian Marker-based tracking 3D, Jarak 150 cm	62
Tabel 4.9 Hasil Perbandingan AR 2D dan 3D	64
Tabel 4.10 Rata-rata perbandingan jarak yaitu 50 cm, 100 cm, dan 150 cm	65
Tabel 4.11 Jawaban dari Responden	68
Tabel 4.12 Tranformasi Data tahap 1	69
Tabel 4.13 Transformasi Data tahap 2	70
Tabel 4.14 Mean, Variance	71
Tabel 4.15 Mean dan Varian seluruh variable	72
Tabel 4.16 Nilai Kualitas	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sampel Augmented Reality Instagram.....	25
Gambar 2.2 Animasi 2D pada AR	27
Gambar 2.3 Deep Face	28
Gambar 2.4 Augmented Reality 3D.....	28
Gambar 2.5 Meta Spark AR + javascript.....	29
Gambar 2.6 Logo lama.....	30
Gambar 2.7 Struktur UEQ.....	34
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	38
Gambar 3.2 UEQ.....	40
Gambar 4.1 Modeling Animation face 2D.....	42
Gambar 4.2 Modeling Animation face 3D.....	43
Gambar 4.3 Eksport to .fbx	44
Gambar 4.4 teknik Face tracker	45
Gambar 4.5 FaceMesh	46
Gambar 4.6 Assets	47
Gambar 4.7 JavaScript 2D	47
Gambar 4.8 Face Tracker.....	48
Gambar 4.9 Assets	49
Gambar 4.10 JavaScript 3D	49
Gambar 4.11 Accepted oleh MetasparkAr.....	50
Gambar 4.12 Insight Filter 2D	50
Gambar 4.13 Insight Filter 3D	51

Gambar 4.14 Alur pengujian Markerless based tracking.....	52
Gambar 4.15 Deteksi objek 2D.....	56
Gambar 4.16 Deteksi objek 3D.....	60
Gambar 4.17 Visualisasi Hasil Perbandingan AR 2D dan 3D.....	64
Gambar 4.18 Visualisasi perbandingan Rata-rata dari tiga perbandingan jarak yaitu 50 cm, 100 cm, dan 150 cm	65
Gambar 4.19 Item metode UEQ.....	67
Gambar 4.20 Benchmark UEQ.....	74
Gambar 4.21 Quality chart.....	74
Gambar 4.22 Distribution of Answers per Items	76



INTISARI

Perkembangan Teknologi di era Revolusi industry 4.0 yang di tandai dengan kemajuan ilmu pengetahuan melalui munculnya teknologi-teknologi baru yang saat ini terus berkembang salah satunya adalah animasi dalam bentuk Augmented Reality. Untuk memudahkan creator membuatnya Ada beberapa metode yang digunakan dalam membuat augmented reality berbasis 2D dan 3D. Sesuai dalam beberapa penjelasan penelitian yang telah di sudah ada, tentang metode Augmented reality sudah dilakukan berbagai perbandingan antara metode satu dengan metode lainnya tetapi belum ada paper yang menjelaskan tentang teknik face tracker menggunakan metode markerless-based tracker. Penelitian ini berjudul Analisis Metode markerless-based tracking teknik face tracker dalam mendeteksi pergerakan wajah manusia pada pembuatan filter 2D dan 3D. tujuan dari penelitian ini yaitu membandingkan tingkat akurasi keberhasilan metode Markerless-based tracking teknik face tracker pada animasi 2D dan 3D.

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data eksperimen dimana Pada penelitian ini peneliti membuat atau mendesain data berupa Topeng Efek animasi karakter wajah pada animasi 2D dan Topeng karakter animasi 3D untuk di implementasikan kedalam filter augmented reality, dan data hasil testing dilakukan pengambilan sampel hasil testing filter topeng karakter animasi 2D dan topeng karakter animasi 3D dari 30 Pengguna instagram dengan cara testing hasil AR menggunakan alat bantu kamera smartphone, hasil dari data ini nanti diolah menggunakan metode pengukuran User Experience Questionnaire (UEQ). Hasil yang di dapatkan dengan menerapkan metode markerless based tracking teknik face tracker yang diimplementasikan pada 2D dan 3D yaitu pada 3D unggul dibanding 2D. untuk metode UEQ nya dengan respon positif dari 30 responden.

Diperoleh hasil perbandingan akurasi keberhasilan yang unggul yaitu berada pada jarak 50 cm; dengan tingkat akurasi untuk AR 2D 89,74% dan 3D 96,63% Maka dapat disimpulkan bahwa metode markerless-based tracking dengan Teknik face tracker bekerja maksimal di 3D di bandingkan 2D, dan untuk metode UEQ dari segi kualitas daya tarik, hedonis dan pragmatis. Kualitas daya tarik memperoleh nilai sebesar 1,76, kualitas pragmatis sebesar 1,57, dan kualitas hedonis sebesar 1,39 Seluruh variabel mendapatkan penilaian positif karena $> 0,8$ dengan kualitas daya tarik nilai tertinggi dan kualitas hedonis menjadi nilai terendah, tetapi semua masih dalam kategori positif.

Kata kunci: Metode Markerless base tracking, Metode UEQ, Animasi 2D, Animasi 3D, Augmented Reality.

ABSTRACT

Technological developments in the era of the industrial revolution 4.0 are marked by advances in science through the emergence of new technologies that are currently developing, one of which is animation in the form of Augmented Reality. To make it easier for creators to make it, there are several methods used to create 2D and 3D-based augmented reality. In accordance with several existing research explanations, various comparisons have been made regarding the Augmented Reality method between one method and another, but there is no paper explaining the the face tracker technique uses the markerless-based tracker method. This research is entitled *Analysis of the markerless-based tracking method of the face tracker technique in detecting human facial movements in 2D and 3D filter making*. The purpose of this study is to compare the accuracy of the success of the Markerless-based tracking method with the face tracker technique in 2D and 3D animation.

The data used in this study is experimental data where in this study the researcher created or designed data in the form of animasi karakter wajaheffect masks in 2D animation and 3D animated character masks to be implemented into augmented reality filters, and the data from the testing results was carried out by sampling the results of the animasi karakter wajahmask filter testing. 2D faces and 3D animated character masks from 30 Instagram users by testing AR results using smartphone camera tools, the results of this data will be processed using the User Experience Questionnaire (UEQ) measurement method. The results obtained by applying the markerless based tracking method, the face tracker technique implemented in 2D and 3D, namely 3D are superior to 2D. for the UEQ method with a positive response from 30 respondents.

The results of a comparison of superior success accuracy are obtained at a distance of 50 cm; with an accuracy rate for AR 2D 89.74% and 3D 96.63%. It can be concluded that the markerless-based tracking method with the face tracker technique works optimally in 3D compared to 2D, and for the UEQ method in terms of attractiveness, hedonic and pragmatic qualities. Attractive quality obtained a value of 1.76, pragmatic quality of 1.57, and hedonic quality of 1.39. All variables received a positive assessment because > 0.8 with the highest value of attractiveness quality and hedonic quality being the lowest value, but all still in the positive category.

Keyword: Markerless base tracking method, UEQ method, 2D animation, 3D animation, Augmented Reality.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan Teknologi di era Revolusi industri 4.0 yang di tandai dengan kemajuan ilmu pengetahuan melalui munculnya teknologi-teknologi baru yang saat ini terus berkembang salah satunya adalah animasi. Animasi tumbuh sebagai media baru yang menarik saat ini. Peralatan dan perangkat lunak yang digunakan dalam animasi komputer menjadi lebih maju, membuat proses pembuatan animasi lebih mudah dan lebih terjangkau termasuk metode penyebaran karya animasi yang semakin beragam dan meluas. (Bagus et al., 2020) Menyusul perluasan media digital, televisi dan media online menawarkan landasan yang kokoh bagi perluasan citra visual, khususnya di bidang animasi. Menggunakan teknik perangkat lunak animasi, gambar diam dapat dianimasikan dan dibuat bergerak seolah-olah mereka adalah orang sungguhan

Bentuk dasar animasi yang hidup adalah dorongan manusia untuk menghasilkan gambar yang hidup dan bergerak sebagai media ekspresinya. Animasi menarik perhatian pemirsa secara visual dengan menawarkan suara dan gerakan yang menarik selain alur cerita dan karakter untuk mereka nikmati. Gerakan merupakan komponen terpenting dalam animasi. (Aziz, 2019) Animasi menjadi lebih hidup melalui kepekaan terhadap pergerakan item dan kemampuan untuk lebih dekat dengan kenyataan, terutama jika disertai dengan imajinasi dan kreativitas. Animasi juga merupakan salah satu bentuk hiburan yang paling disukai

di dunia saat ini dan juga merupakan salah satu bagian seni, animasi memiliki beberapa jenis antara lain animasi Infografis, animasi Stop Motion, animasi motion graphics, animasi isometric, animasi 2 dimensi dan animasi 3 dimensi.

Sejak penemuan desain bantuan komputer, Animasi dua dimensi (2D) dan Animasi tiga dimensi (3D) telah banyak digunakan disektor film, bangunan, game, medis, social media dan lain-lain (Aneja & Li, 2019). Animasi 2D dan animasi 3D berfungsi sebagai media penting untuk membantu media konten visual. Baru-baru ini animasi 2D dan 3D muncul sebagai cara yang ampuh untuk berkomunikasi dan menyampaikan ide dengan karakter animasi dan juga dengan bantuan animasi 2D dan 3D memungkinkan untuk berinteraksi dengan orang lain dengan cara Pengimplementasian dari Virtual Reality (VR) sampai Augmented Reality (AR). (Ho et al., 2019).

Salah satu dari bagian *Virtual Environment* (VE) atau dikenal dengan sebutan *Virtual Reality* (VR) yaitu *Augmented Reality* (AR). Teknologi *Augmented Reality* (AR) di era globalisasi saat ini mengalami kemajuan yang signifikan yang dikenal sebagai *Augmented Reality* (AR) yang memadukan data virtual dengan dunia real atau bisa disebut pengabungan antara dunia nyata dengan dunia virtual yang dapat dilihat di tempat yang sama secara bersamaan (Diah, 2021). Sarana yang digunakan meliputi Multimedia, Pemodelan 2D dan 3D, Interaksi kecerdasan, Penginderaan, dan lainnya. Prinsipnya yaitu menerapkan komputer *generated* informasi virtual, seperti teks, gambar, model 2D, model 3D, musik, video dan lain-lain ke dunia nyata, dengan cara ini kedua jenis informasi tersebut saling

melengkapi, sehingga menghasilkan produk yang disebut *Augmented Reality* (AR). (Chen et al., 2019)

Augmented reality banyak digunakan di berbagai bidang mulai dari Game, Medis, Pendidikan, Pertanian, Peternakan, Branding, Oprasional bisnis dan yang paling sering kita lihat di jaman sekarang yaitu di social media. Social Media atau Media Sosial adalah platform digital yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi satu sama lain atau berbagi konten dalam bentuk teks, foto, ataupun video. (Carpenter et al., 2020)

Dalam pembuatan Augmented reality dikenal dengan 2 metode yaitu *marker-based tracking* dan *markerless-based tracking*. Metode *marker-based tracking* merupakan metode yang memanfaatkan sebuah gambar berpola yang khusus dan sudah dikenali oleh sistem dengan template library dari AR, marker di baca dan dikenali oleh kamera lalu di cocokkan dengan template *FlarToolkit*. Sedangkan Metode *markerless-based tracking* merupakan sebuah metode yang tidak menggunakan marker dalam menampilkan objek virtualnya, dalam metode ini mengandalkan lingkungan sekitar sebagai targetnya. Dalam metode ini terbagi lagi menjadi beberapa teknik yaitu *face tracking* untuk mengenal area wajah, *object tracking* yaitu teknik dalam mengenal benda, *motion tracking* yaitu tracking dalam mendeteksi gerakan, dan *GPS-base tracking* yaitu tracking dengan cara mengakses *Global positioning System* (GPS) dan sensor Kompas.

Teknik *Face tracker* atau *face tracking* merupakan sebuah teknik dari metode *markerless-based tracking* yang digunakan dalam melacak posisi wajah. Koordinat dari posisi wajah yang digunakan dalam mengontrol alat atau device

yang ditanamkan program face tracking, sehingga memudahkan dalam pengidentifikasian seseorang. (Nurhadi & Mulyadi, 2018) teknik *face tracking* dikembangkan agar komputer dapat mengenali wajah manusia secara umum dengan cara yaitu mengenali posisi hidung, mata, dan mulut manusia, kemudian mengabaikan objek-objek lain yang ada di sekitar seperti pohon, rumah, dinding, mobil dan benda-benda lainnya. Teknik face tracker ini pernah digunakan Indonesia dalam pekan raya Jakarta pada tahun 2010 dan Toy story 3 Event. (Fernando, 2013)

Algoritma Deep face merupakan sebuah algoritma yang saat ini di kembangkan oleh perusahaan terbesar di dunia yaitu facebook yang dapat mendeteksi dengan cepat dan akurat wajah manusia, dengan algoritma ini di klaim dapat mendeteksi wajah manusia dengan rata-rata presentase 97,25%. (Taigman et al., 2014) Pada tahun 2016 para peneliti facebook menerbitkan paper lain tentang bagaimana menerapkan teknologi baru Bernama DeepMask dan SharpMask yang merupakan bagian dari DeepFace digunakan dalam mengelompokkan objek dalam sebuah adegan dan ekstrak detail yang di perlukan. SharpMask seperti namanya tampil sedikit lebih baik dan memberikan topeng yang tajam overlay diatas target dibandingkan DeepMask keduanya digunakan dalam Software Meta Spark Studio. (Moin et al., 2021)

Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh (Putra et al., 2019) dengan menerapkan metode *marker-based tracking* dalam *augmented reality* berbasis 2D dan 3D yaitu melakukan Analisa pengujian pendeteksian marker based 2D dan 3D dengan parameter adalah kecepatan dalam memunculkan objek, intensitas cahaya sudut kemiringan, dan pengujian aplikasi dilakukan di 10 perangkat berbeda. Hasil

dari penelitian ini yaitu metode marker-based tracking unggul pada 2D dibandingkan 3D.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Arifitama et al., 2022) dalam Marker dalam augmented reality adalah salah satu dari komponen penting pada mekanisme berjalannya sebuah proses dari objek augmented reality. tujuan dari marker adalah untuk mengidentifikasi titik di mana objek augmented reality pertama kali muncul. saat ini dalam AR ada dua metode yang bisa digunakan yaitu marker-based tracking dan markerless based tracking merupakan dua jenis penanda yang digunakan dalam pembuatan augmented reality. dalam metode marker-based tracking sebuah media cetak memiliki marker dengan pola di atasnya, sedangkan dengan metode markerless-based tracking menggunakan pola distribusi titik yang didasarkan pada permukaan datar. Sayangnya, sejumlah penelitian sebelumnya yang berkontribusi pada pengembangan AR tidak membandingkan keefektifan presisi dan akurasi kedua metode tersebut. Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan efektifitas terhadap ketepatan dan akurasi dari penggunaan kedua metode yaitu marker-based tracking dan markerless based tracking, yang hasilnya dari penelitian ini markerless based tracking lebih unggul dengan tingkat akurasi sebesar 93% sedangkan marker-based tracking sebesar 83,3%

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Ramadhan et al., 2021) memvisualisasikan objek furnitur dari katalog menggunakan metode markerless augmented reality. Augmented reality diterapkan untuk membantu pelanggan membayangkan objek tambahan untuk mempelajari pengetahuan produk dari furnitur yang dipilih. metode markerless tracking yang digunakan dalam penelitian

ini adalah Simultaneous Localization and Mapping (SLAM), di mana permukaan lantai yang ditargetkan untuk objek yang diperbesar dapat ditentukan area tertentu di dunia nyata tanpa menggunakan marker. Pengujian dilakukan dengan parameter seperti dengan intensitas penerangan minimal dari tanpa penerangan, penerangan rendah dan terang pencahayaan, jarak minimal 50 cm, 100 cm, dan 150 cm, tinggi minimal dari 60 cm, 120 cm, 160 cm, dan minimum sudut 30, 50 dan 70 derajat deteksi dari permukaan lantai. Hasil dari penelitian ini adalah Lokalisasi Simultan dan Metode pemetaan dipastikan memadai untuk memvisualisasikan model furnitur 3D pada menargetkan permukaan lantai tanpa marker.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Farianto et al., 2021) metode yang sering digunakan dalam implementasi Augmented reality yaitu ada dua metode yang pertama marker-based tracking dan yang kedua markerless-based tracking. pada kedua metode tersebut memiliki hasil pengujian yang tidak sama, sesuai pada studi kasus. Dalam penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbandingan terhadap kedua metode AR tersebut dengan studi kasus yaitu Museum Soesilo Soedirman. Hasil dari penelitian ini yaitu rata-rata hasil pengujian metode marker-based tracking memperoleh 75% dan rata-rata dari pengujian metode markerless memperoleh 88%. sehingga metode markerless unggul pada penerapan metode AR studi Museum Soesilo Soedirman.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Sendari et al., 2020) Memperkenalkan komponen perangkat keras kepada pengguna dapat dilakukan dengan menggunakan Augmented Teknologi realitas (AR). Sistem yang diusulkan dikembangkan menggunakan metode penelitian dan pengembangan (R&D). Sistem

dibangun menggunakan Unity3D dan Vuforia SDK. penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja aplikasi AR dalam mendeteksi komponen perangkat keras berdasarkan intensitas cahaya, jarak, dan sudut deteksi kamera smartphone. Hasil pertunjukan menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik di kejauhan parameter ± 15 cm dan ± 25 cm; sedangkan parameter sudut masuk 5° , 60° , atau 90° . Sistem yang diusulkan juga bekerja dengan baik ketika komponen sebagian ditutupi oleh sekitar 20% dan 50%. Selanjutnya, sistem yang diusulkan masih bekerja dengan baik ketika intensitas cahaya berkurang 100 Lux.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Yuhana et al., 2020) dengan topik AUGGO: Augmented Reality and Marker-based Application for Learning Geometry in Elementary Schools Pada penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan dampak dari aplikasi berbasis augmented reality Auggo dengan penerapan metode marker-based tracker. Hasil dari penelitian ini pada kelompok A hasil Pretest 26% dan kelompok B sebesar 10,29%, maka aplikasi Auggo dengan penerapan Metode marker-based tracking berjalan dengan lancar karena dapat membantu siswa dalam meningkatkan pemahaman kosep ruang.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Pratikno et al., 2014) dalam pelacakan gambar image wajah 2D dan pergerakan objek kepala 3D dipengaruhi oleh pencahayaan ruangan dan pencahayaan dari aktor dengan penerapan tingkat kecerahan objek (brightness) dapat berjalan dengan cahaya ruang yang normal dan merata. Dalam hal ini pencahayaan ruangan dan aktor tidak boleh terlalu terang dan terlalu gelap karena hal itu dapat memepengaruhi beberapa pelacakan titik fitur wajah dapat bergeser dari tempat yang seharusnya. Apa bila titik gambar wajah

bergeser atau hilang maka akan mengurangi tingkat akurasi dalam pelacakan wajah, hasil dari penelitian ini dengan penerapan metode POSIT dengan dilakukan lima iterasi, akurasi sudut rotasi 0,83 derajat dan rata-rata jarak 1.57 satuan unit vector.

Seperti peneliti yang pernah dilakukan oleh (Virgian et al., 2020) Terkait implementasi *augmented reality* dengan judul "The Implementation of *Augmented Reality* Hairstyles at Beauty Salon Using the Viola-Jones Method (Case Study: Eka Salon) yang membahas tentang branding awareness dimana di paper tersebut dipaparkan mengenai gambaran rambut dengan *augmented reality* filter instagram sebelum pelanggan melakukan pemotongan rambut dengan cara mendeteksi kepala pelanggan lalu menggantikannya dengan model rambut yang di inginkan, sehingga pelanggan mendapatkan gambaran terkait rambutnya setelah di potong. Dengan penerapan metode *viola-jones* dalam *face tracking* dengan menguji parameter intensitas cahaya, jarak aktor dari kamera, kecepatan pergerakan wajah, dan posisi wajah. Dalam pengujiannya terdapat model 3D yang yang tidak sempurna di terapkan di leher aktor sehingga metode Viola-jones masih kurang tepat dalam *face tracking*.

Berdasarkan pada penelitian-penelitian terdahulu dimana dalam melakukan penelitiannya dalam pembuatan asset dirancang sendiri seperti dalam penelitian (Putra et al., 2019) tentang menguji performa marker 2D dan marker 3D pada Augmented reality, dalam pembuatan assetnya dirancang sendiri menggunakan aplikasi 2D corel draw dan 3D blender. dan pada penelitian lain yang dilakukan oleh (Arifitama et al., 2022) tentang analisis perbandingan efektifitas metode marker dan markerless tracking pada AR, dimana dalam papernya juga membahas

tentang pembuatan asset dari animasi yang digunakan dalam penelitiannya itu adalah animasi buatan dari peneliti. Maka dari itu saya mengambil acuan dari penelitian-penelitian terdahulu sebelum melakukan pengujian, tahap awal pondasi yang harus dilakukan yaitu pembuatan asset.

Alasan yang lain ketika dilakukan pembuatan asset AR 2D dan 3D itu sendiri yaitu : Dengan memiliki model sendiri, kita memiliki kendali lebih besar atas data yang dihasilkan oleh filter-filter tersebut. Hal ini penting untuk menjaga privasi pengguna dan menghindari potensi pelanggaran privasi yang mungkin terjadi jika menggunakan model pihak ketiga. Model yang dikembangkan khusus untuk platform kami memungkinkan kustomisasi yang lebih baik. kami dapat menyelaraskan efek dan gaya filter dengan merek atau tema platform kami, dan menggambarkan identitas dari apa yang dibuat. Dengan mengembangkan model sendiri, kami dapat menjelajahi konsep-konsep kreatif baru dalam penggunaan efek 2D dan 3D. Ini memberi kami kesempatan untuk menghadirkan sesuatu yang belum pernah dilihat sebelumnya, dan menarik perhatian lebih banyak pengguna.

Sesuai dalam beberapa penjelasan penelitian di atas tentang metode *Augmented reality* sudah dilakukan berbagai perbandingan antara metode satu dengan metode lainnya tetapi belum ada paper yang menjelaskan tentang teknik face tracker menggunakan metode markerless-based tracker.

Untuk itu penelitian ini dilakukan uji coba pembuktian metode *markerless-based tracking* dengan salah satu teknik yang digunakan yaitu *face tracker* dengan mengadopsi algoritma buatan facebook yaitu Deep face Algorithm pada animasi 2D dan 3D dengan parameter pengujian intensitas cahaya, sudut kemiringan, dan

jarak wajah aktor dari kamera dan metode pengukuran UEQ (*User Experience Questionnaire*). Penulis berharap dalam penelitian ini dapat membantu developer AR kedepannya agar tidak bingung dalam menentukan metode yang ingin digunakan dalam pembuatannya, dan diharapkan memberikan kontribusi dalam bidang penelitian Intelligence animation.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah diangkat berdasarkan topik yang telah dijelaskan pada latar belakang yaitu :

- a. Berapa tingkat akurasi keberhasilan metode Markerless-based tracking “face tracker dengan mengadopsi Deep Face Algorithm” pada 2D dan 3D ?
- b. Faktor apa saja yang dibutuhkan dalam mendukung keberhasilan Teknik face tracker dengan Metode Markerless-based Tracker dalam pembuatan filter 2D dan 3D yang dapat mendeteksi wajah manusia secara otomatis ?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini agar pembahasan yang di bahas tidak melebar maka dilakukan Batasan-batasan masalah:

- a. Pengujian filter hanya pada bagian wajah
- b. Jenis animasi yang digunakan yaitu animasi 2D untuk topeng wajah animasi karakter wajah dan 3D karakter wajah yang meliputi alis, mata, wajah dan mulut
- c. Metode yang digunakan yaitu markerless-based tracking dengan Teknik face tracker-Deep face algorithm pada 2D dan 3D

- d. Pengujian Markerless dan Parameter yang digunakan dalam testing Intensitas cahaya pada 25 Lux, 45 Lux, dan 60 Lux + RGB. Posisi sudut wajah 30 derajat, 60 derajat. Jarak wajah dari kamera 50 cm, 100cm, dan 150 cm. Dan Metode UEQ
- e. Hasil penelitian ini hanya dapat berjalan di smartphone berupa fitur dari instagram yaitu filter wajah animasi 2D dan 3D
- f. Penggunaan Meta Spark Studio dan Javascript sebagai software dan Bahasa pemrograman yang digunakan untuk penerapan Teknik Face Tracker dalam pembuatan filter 2D dan 3D

1.4. Tujuan Penelitian

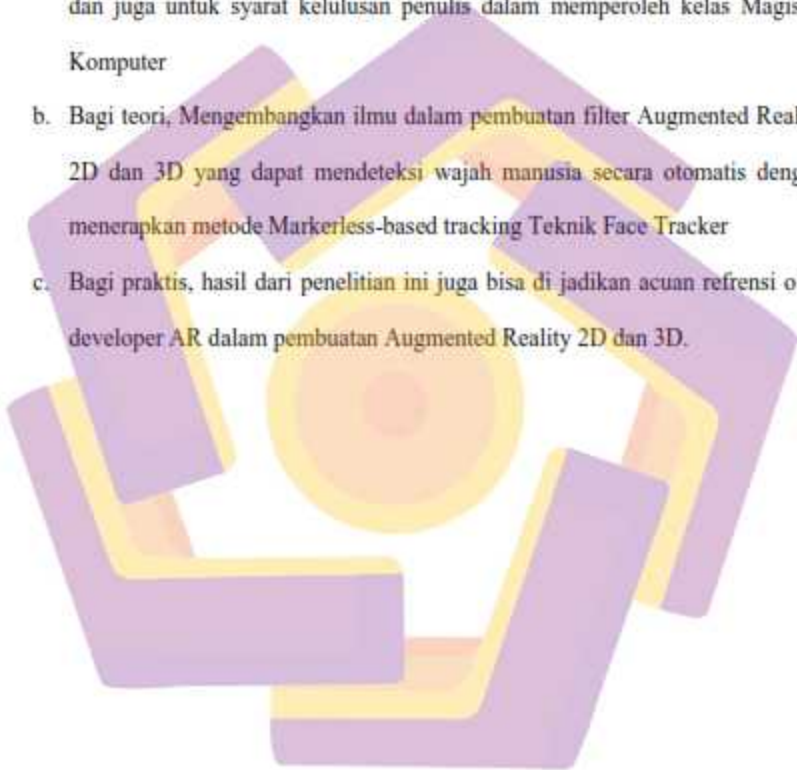
Tujuan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Mengetahui tingkat akurasi keberhasilan metode Markerless-based tracking "face tracker" pada 2D dan 3D
- b. Mengetahui Faktor apa saja yang dibutuhkan dalam mendukung Implementasi Teknik face tracker dengan Metode Markerless-based Tracker dalam pembuatan filter 2D dan 3D yang dapat mendeteksi wajah manusia secara otomatis
- c. Agar dapat digunakan oleh pengembang lain di kemudian hari teknik yang diterapkan dalam pembuatan Augmented Reality
- d. Sebagai syarat kelulusan Pasca Sarjana MTI Universitas AMIKOM Yogyakarta serta untuk mendapatkan gelar Magister

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini:

- a. Bagi penulis, dalam penelitian ini merupakan hasil dari apa yang sudah penulis pelajari semasa kuliah baik itu dalam perkuliahan maupun diluar perkuliahan dan juga untuk syarat kelulusan penulis dalam memperoleh kelas Magister Komputer
- b. Bagi teori, Mengembangkan ilmu dalam pembuatan filter Augmented Reality 2D dan 3D yang dapat mendeteksi wajah manusia secara otomatis dengan menerapkan metode Markerless-based tracking Teknik Face Tracker
- c. Bagi praktis, hasil dari penelitian ini juga bisa di jadikan acuan refrensi oleh developer AR dalam pembuatan Augmented Reality 2D dan 3D.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh (Putra et al., 2019) dengan menerapkan metode marker-based tracking dalam augmented reality berbasis 2D dan 3D yaitu melakukan Analisa pengujian pendeteksian marker based 2D dan 3D dengan parameter adalah kecepatan dalam memunculkan objek, intensitas cahaya sudut kemiringan, dan pengujian aplikasi dilakukan di 10 perangkat berbeda, Hasil dari penelitian ini yaitu metode marker-based tracking unggul pada 2D dibandingkan 3D.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Arifitama et al., 2022) dalam Marker dalam augmented reality adalah salah satu dari komponen penting pada mekanisme berjalannya sebuah proses dari objek augmented reality. tujuan dari marker adalah untuk mengidentifikasi titik di mana objek augmented reality pertama kali muncul. saat ini dalam AR ada dua metode yang bisa digunakan yaitu marker-based tracking dan markerless based tracking merupakan dua jenis penanda yang digunakan dalam pembuatan augmented reality. dalam metode marker-based tracking sebuah media cetak memiliki marker dengan pola di atasnya, sedangkan dengan metode markerless-based tracking menggunakan pola distribusi titik yang didasarkan pada permukaan datar. Sayangnya, sejumlah penelitian sebelumnya yang berkontribusi pada pengembangan AR tidak membandingkan keefektifan presisi dan akurasi kedua metode tersebut. Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan efektifitas

terhadap ketepatan dan akurasi dari penggunaan kedua metode yaitu marker-based tracking dan markerless based tracking, yang hasilnya dari penelitian ini markerless based tracking lebih unggul dengan tingkat akurasi sebesar 93% sedangkan marker-based tracking sebesar 83,3%

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Ramadhan et al., 2021) memvisualisasikan objek furnitur dari katalog menggunakan metode markerless augmented reality. Augmented reality diterapkan untuk membantu pelanggan membayangkan objek tambahan untuk mempelajari pengetahuan produk dari furnitur yang dipilih. metode markerless tracking yang digunakan dalam penelitian ini adalah Simultaneous Localization and Mapping (SLAM), di mana permukaan lantai yang ditargetkan untuk objek yang diperbesar dapat ditentukan area tertentu di dunia nyata tanpa menggunakan marker. Pengujian dilakukan dengan parameter seperti dengan intensitas penerangan minimal dari tanpa penerangan, penerangan rendah dan terang pencahayaan, jarak minimal 50 cm, 100 cm, dan 150 cm, tinggi minimal dari 60 cm, 120 cm, 160 cm, dan minimum sudut 30, 50 dan 70 derajat deteksi dari permukaan lantai. Hasil dari penelitian ini adalah Lokalisasi Simultan dan Metode pemetaan dipastikan memadai untuk memvisualisasikan model furnitur 3D pada menargetkan permukaan lantai tanpa marker.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Farianto et al., 2021) metode yang sering digunakan dalam implementasi Augmented reality yaitu ada dua metode yang pertama marker-based tracking dan yang kedua markerless-based tracking. pada kedua metode tersebut memiliki hasil pengujian yang tidak sama, sesuai pada studi kasus. Dalam penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbandingan terhadap

kedua metode AR tersebut dengan studi kasus yaitu Museum Soesilo Soedirman. Hasil dari penelitian ini yaitu rata-rata hasil pengujian metode marker-based tracking memperoleh 75% dan rata-rata dari pengujian metode markerless memperoleh 88%. sehingga metode markerless unggul pada penerapan metode AR studi Museum Soesilo Soedirman.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Sendari et al., 2020) Memperkenalkan komponen perangkat keras kepada pengguna dapat dilakukan dengan menggunakan Augmented Teknologi realitas (AR). Sistem yang diusulkan dikembangkan menggunakan metode penelitian dan pengembangan (R&D). Sistem dibangun menggunakan Unity3D dan Vuforia SDK. penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja aplikasi AR dalam mendeteksi komponen perangkat keras berdasarkan intensitas cahaya, jarak, dan sudut deteksi kamera smartphone. Hasil pertunjukan menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik di kejauhan parameter ± 15 cm dan ± 25 cm; sedangkan parameter sudut masuk 5° , 60° , atau 90° . Sistem yang diusulkan juga bekerja dengan baik ketika komponen sebagian ditutupi oleh sekitar 20% dan 50%. Selanjutnya, sistem yang diusulkan masih bekerja dengan baik ketika intensitas cahaya berkurang 100 Lux.

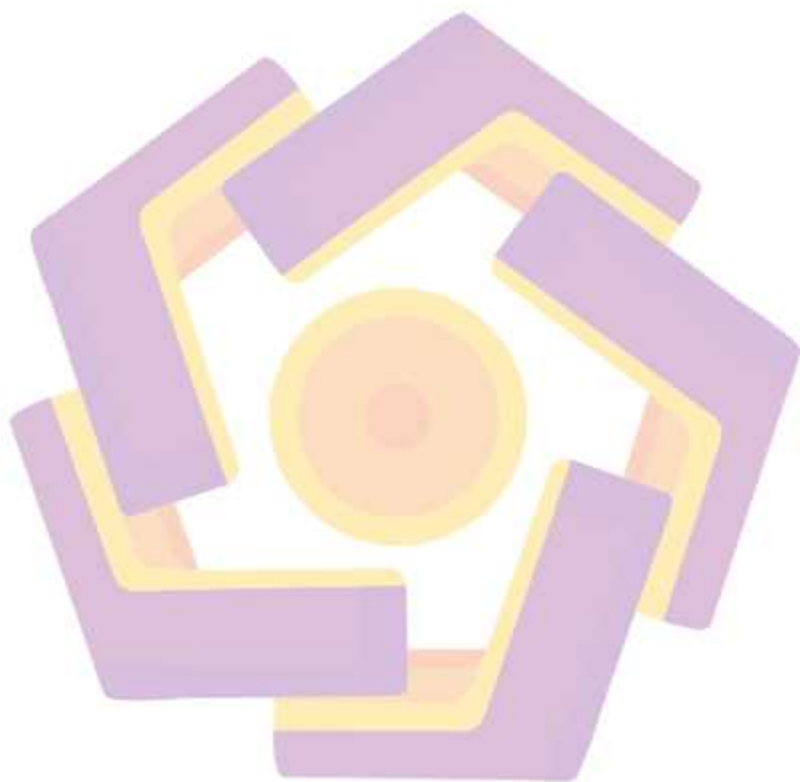
Pada penelitian yang dilakukan oleh (Yuhana et al., 2020) dengan topik AUGGO: Augmented Reality and Marker-based Application for Learning Geometry in Elementary Schools Pada penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan dampak dari aplikasi berbasis augmented reality Auggo dengan penerapan metode marker-based tracker. Hasil dari penelitian ini pada kelompok A hasil Pretest 26% dan kelompok B sebesar 10,29%, maka aplikasi Auggo dengan penerapan Metode

marker-based tracking berjalan dengan lancar karena dapat membantu siswa dalam meningkatkan pemahaman konsep ruang.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Pratikno et al., 2014) dalam pelacakan gambar image wajah 2D dan pergerakan objek kepala 3D dipengaruhi oleh pencahayaan ruangan dan pencahayaan dari aktor dengan penerapan tingkat kecerahan objek (brightness) dapat berjalan dengan cahaya ruang yang normal dan merata. Dalam hal ini pencahayaan ruangan dan aktor tidak boleh terlalu terang dan terlalu gelap karena hal itu dapat mempengaruhi beberapa pelacakan titik fitur wajah dapat bergeser dari tempat yang seharusnya. Apa bila titik gambar wajah bergeser atau hilang maka akan mengurangi tingkat akurasi dalam pelacakan wajah, hasil dari penelitian ini dengan penerapan metode POSIT dengan dilakukan lima iterasi, akurasi sudut rotasi 0,83 derajat dan rata-rata jarak 1.57 satuan unit vector.

Seperti peneliti yang pernah dilakukan oleh (Virgian et al., 2020) Terkait implementasi augmented reality dengan judul "The Implementation of Augmented Reality Hairstyles at Beauty Salon Using the Viola-Jones Method (Case Study: Eka Salon) yang membahas tentang branding awareness dimana di paper tersebut dipaparkan mengenai gambaran rambut dengan augmented reality filter instagram sebelum pelanggan melakukan pemotongan rambut dengan cara mendeteksi kepala pelanggan lalu menggantikannya dengan model rambut yang di inginkan, sehingga pelanggan mendapatkan gambaran terkait rambutnya setelah di potong. Dengan penerapan metode viola-jones dalam face tracking dengan menguji parameter intensitas cahaya, jarak aktor dari kamera, kecepatan pergerakan wajah, dan posisi wajah. Dalam pegujiannya terdapat model 3D yang yang tidak sempurna di

terapkan di leher aktor sehingga metode Viola-jones masih kurang tepat dalam face tracking.



2.2. Keaslian Penelitian

Tabel 2.1 Matriks literatur review dan posisi penelitian
Analisis Metode Markerless-Based Tracking Teknik Face Tracker dalam Mendeteksi Pergerakan Wajah Manusia Pada Pembuatan Filter 2D dan 3D

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
1	Analisis performa Marker 2D dan Marker 3D pada <i>Augmented Reality</i>	Dwiki Kharisma Putra, Aldy Putra Aldya, dan Rahmi Nur Shofa. SAIS(Scientific Article of Informatics Students).2019	Dalam penelitian ini dilakukan pembuktian yaitu menganalisis pengaruh intensitas cahaya dan sudut kemiringan terhadap performa kecepatan dengan penerapan Metode Marker-based tracking pada 2D dan 3D.	Hasil dari penelitian yaitu metode Marker-based tracking Unggul di 2D dibanding 3D.	Pada penelitian ini memiliki arsitektur Vuforia yang tidak dijelaskan dengan lengkap sehingga pembaca masih bingung dengan alurnya	- dalam penelitian ini menggunakan metode marker-based tracking sedangkan dalam penelitian yang akan saya lakukan menggunakan metode markerless-based tracking dengan teknik face tracking
2	Analisis Perbandingan Efektifitas Metode Marker dan Markerless Tracking pada Objek <i>Augmented Reality</i>	Budi Arifitama, Ade Syahputra dan Ketut Bayu Yogha Bintoro. <i>Jurnal Integrasi</i> .2022	Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan efektifitas terhadap ketepatan dan akurasi dari penggunaan kedua metode yaitu marker-based tracking an markerless based	hasil dari penelitian ini markerless based tracking lebih unggul dengan tingkat akurasi sebesar 93% sedangkan marker-based tracking sebesar 83,3%	Pada penelitian ini tidak menjelaskan secara rinci software yang digunakan dalam pembuatan <i>augmented reality</i>	

Tabel 2.1 Lanjutan

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
3	Mobile augmented reality for furniture visualization using Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)	W Ramadhan, B Arifitama dan SDH Permana.IOPConference. 2021	pada penelitian ini bertujuan untuk memvisualisasikan objek furnitur dari katalog menggunakan metode Augmented Reality Markerless-based Tracking yaitu Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)	Menerapkan Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) pada lingkungan augmented reality berhasil di mana setiap tes deteksi dilakukan pada intensitas pencahayaan, jarak, ketinggian, dan sudut. pendekatan menggunakan augmented reality untuk mendapatkan pencahayaan dan jarak berdasarkan uji slam juga berhasil dengan skor 387 untuk pencahayaan terang dan skor	Pada penelitian ini untuk parameter pengukurannya menggunakan metode SLAM tidak di jelaskan dengan detail	Dalam penelitian ini untuk uji parameternya menggunakan metode SLAM sedangkan pada penelitian saya menggunakan pengujian markerless

Tabel 2.1 Lanjutan

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
				359 untuk jarak 100 cm. Penerapan augmented reality dapat dipertimbangkan untuk mempromosikan produk desain interior.		
4	Augmented Reality Objek Bersejarah Museum Soesilo Soedarmanto Menggunakan Metode Marker Based Dan Markerless	Wiwit Farianto, Novian Adi Prasetyo, Pradana Ananda Raharja. JUTIM (Jurnal Teknik Informatika Musinawas). 2021	Dalam penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbandingan terhadap kedua metode AR tersebut dengan studi kasus yaitu Museum Soesilo Soedarmanto.	Hasil dari penelitian ini yaitu rata-rata hasil pengujian metode marker-based tracking memperoleh 75% dan rata-rata dari pengujian metode markerless memperoleh 88%, sehingga metode markerless unggul pada pencetakan	Dalam paper ini tidak menjelaskan apa saja fungsi dari metode markerless dalam AR	Pada paper ini menggunakan Vuforia dan unity untuk implementasi Metode marker dan markerlessnya sedangkan dalam penelitian saya metode markerless face tracker di implementasikan di Meta Spark Ar dan javascript sebagai Bahasa pemrogramannya

Tabel 2.1 Lanjutan

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
				metode AR studi Museum Soesilo Soedirman		
5	Augmented Reality Performance in Detecting Hardware Components Using Marker Based Tracking Method	Siti Sendari, Desi Anggreani, Mahfud Jiono, Anik Nurhandayani, Citra Suardi, ICONVET (International Conference on Vocational Education and Training). 2020	Dalam penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja AR berdasarkan Intensitas cahaya, Jarak, dan Sudut deteksi kamera smartphone menggunakan metode marker-based tracking	Hasil dari penelitian ini Sistem bekerja dengan baik di kejauhan 15 cm dan 25 cm, sedangkan parameter sudut bekerja dengan baik di 5 derajat, 60 derajat atau 90 derajat, dan pada parameter intensitas cahaya bekerja dengan baik pada 100 Lux	Dalam paper ini hanya menjelaskan metode marker saja jadi tidak ada pembandingan antara metode lain	Pada penelitian ini menggunakan metode marker-based tracking sedangkan dalam penelitian saya menggunakan metode markerless-based tracking
6	AUGGO: Augmented Reality and Marker-based Application for Learning Geometry in Elementary	Umi Laili Yuhana, Ridho Rahman Hariadi, Mukramin Mukramin, Hadziq Fabroyir, dan Siska Arifiani. CENIM, 2020	Pada penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan dampak dari aplikasi berbasis augmented reality Auggo dengan penerapan metode	Hasil dari penelitian ini pada kelompok A hasil Pretest 26% dan kelompok B sebesar 10,29%, maka aplikasi	Dalam paper ini tidak terlalu dalam menjelaskan metode yang digunakan	Dalam penelitian ini untuk menguji keefektifan aplikasi AR hanya menerapkan metode T-Test sedangkan dalam penelitian saya

Tabel 2.1 Lanjutan

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
	Schools		marker-based tracker.	Auggu dengan penerapan Metode marker-based tracking berjalan dengan lancar karena dapat membantu siswa dalam meningkatkan pemahaman konsep ruang		menggunakan Metode UEQ
7	The Implementation of Augmented Reality Hairstyles at Beauty Salons Using the Viola-Jones Method (Case Study : Eka Salon)	Graha Virgian Gustira Putri, Ade Syahputra, Silvester Dian Handy Permana. JISA (Jurnal Informatika dan Sains) 2020	Pada penelitian ini akan dibuat sebuah gaya rambut Augmented Reality yang dapat memvisualisasikan bagaimana bentuk model rambut yang di pilih dengan penerapan metode viola jones	Kesimpulan dari penelitian ini, Augmented Reality dapat berfungsi dengan baik selama pengujian parameter jarak, cahaya, gerak, dan posisi. Metode Viola Jones berhasil mendeteksi wajah yang diinput kamera. Model 3D tidak	Pada sampel yang ditampilkan pada Figure 7, Helaiian Rambut masih belum terlihat jelas dan rambut 3D masih terlihat kaku ketika kepala digoyangkan, sehingga metode yang bisa di usulkan dalam penelitian ini bisa berupa Hair Tracking bukan Viola jones	-Penelitian ini membuat Augmented reality model Rambut menggunakan Metode Viola Jones yang diimplementasikan dalam bentuk AR 3D -Sedangkan dalam penelitian yang saya buat yaitu membuat Augmented Reality 2D dan 3D yang dapat mendeteksi secara otomatis pergerakan wajah manusia berupa Topeng animasi karakter wajahpada

Tabel 2.1 Lanjutan

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
	Schools		marker-based tracker.	diterapkan sempurna di leher pengguna. Hasil pengujian pelanggan tentang penerapan model Augmented Reality menghasilkan presentase rata-rata 84,3 % dengan demikian dapat dikatakan baik diterima oleh pelanggan salon.		animasi 2D dan topeng karakter pada animasi 3D untuk menutupi wajah orang dengan otomatis dengan penerapan teknik Face Tracker

2.3. Landasan Teori

2.3.1 Augmented reality

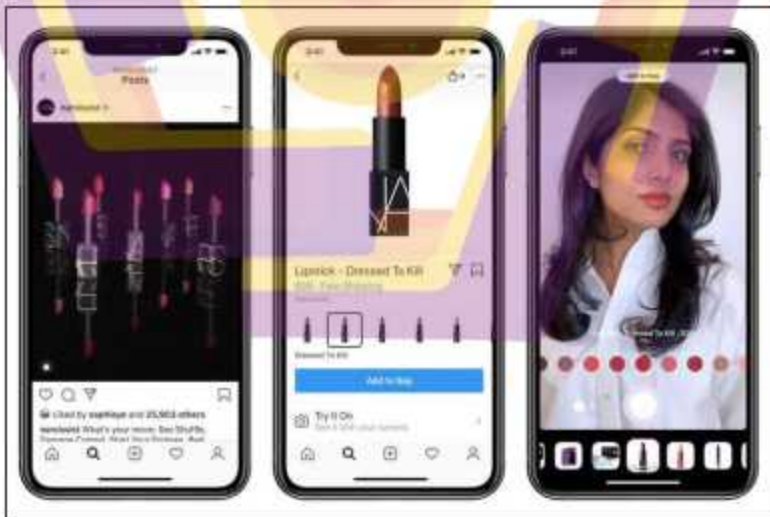
Augmented reality atau dalam Bahasa Indonesia Realitas Tambahan merupakan sebuah teknik yang mengabungkan efek benda dunia maya dua dimensi ataupun efek benda dunia maya tiga dimensi kedalam sebuah ruang lingkup nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut keadalam dunia maya. Augmented Reality atau yang biasa disebut dengan AR berbeda dengan virtual reality atau yang biasa disebut VR. Augmented reality tidaklah seperti virtual yang sepenuhnya menggantikan kenyataan, Augmented reality hanya menambahkan atau melengkapi dari kenyataan dalam sebuah lingkup nyata. (Fernando, 2013)

Teknologi Augmented Reality yang merupakan pengembangan dari teknologi virtual reality memiliki konsep yang berbeda. ketika teknologi virtual reality menarik pengguna akan masuk ke dalam ruang lingkup tiga dimensi, maka Augmented Reality menambahkan realita yang ada ada di dunia nyata dengan objek yang terangkat (Augmented), Di mana teknologi ini seakan menghilangkan dunia maya tiga dimensi menyatu dengan dunia nyata tanpa ada pembatas. (Budi, 2015)

Peluang yang didapatkan dengan mempelajari teknologi ini sangat besar, di samping masih sedikitnya pengembang di Indonesia dan dikarenakan masih barunya teknologi ini sehingga kesempatan untuk membuat sebuah karya baru dan inovatif terbuka lebar. beberapa kategori sektor industri yang memiliki peluang untuk dikembangkan di Indonesia menurut riset yang telah dilakukan oleh Budi arifitama yaitu :

- a. Medis
- b. Manufaktur
- c. Robotika
- d. Entertainment
- e. Edukasi
- f. Sosial media

Augmented Reality sekarang dapat digunakan dengan beberapa cara, salah satunya dalam penggunaan media sosial yang marak saat ini digunakan yaitu Instagram, dalam Instagram sudah diimplementasikan Augmented Reality berbasis filter Instagram yang dapat digunakan oleh pengguna dengan mudah, antara lain yang sering digunakan oleh influencer yaitu filter makeup, stiker wajah, bahkan ada juga Game berbasis filter Augmented Reality.

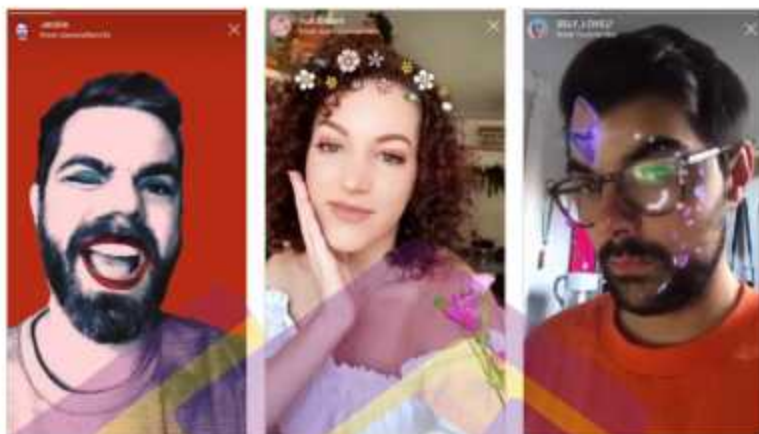


Gambar 2.1 Sampel Augmented Reality Instagram

Dalam kehidupan sehari-hari, Augmented Reality juga sudah mulai mendominasi pasar dunia. salah satu dari kegunaan AR adalah Sebagai sarana dalam berbisnis. banyak perusahaan yang mulai menggunakan AR sebagai media promosi produk mereka, sebagai contoh perusahaan mobil yang ingin menunjukkan produk mobil mereka menggunakan Augmented Reality yang berbentuk desain mobil yang mirip dengan produk mereka untuk diperlihatkan kepada para calon pembeli. hal tersebut merupakan sebuah efisiensi yang unik karena mengandalkan Augmented Reality. Para sales pun tidak harus membawa produk yang besar hanya perlu membawa sebuah smartphone dan sebuah brosur untuk di scan di depan calon pembeli. (Andre et al., 2016)

2.3.2 Animasi 2D dan 3D

Jenis animasi yang tampak datar disebut animasi 2D. Secara teknis, ada dua cara untuk membuatnya: manual dan digital. Metode animasi paling awal adalah animasi manual, atau dikenal sebagai animasi sel. Dengan menggunakan teknik animasi ini, animator dapat membangun lapisan gambar pada lembaran seluloid (lembaran transparan). Karena kemajuan teknologi, sekarang animator dapat membuat animasi klasik dengan kertas biasa yang kemudian dipindai dan diwarnai dengan komputer daripada menggunakan lembaran seluloid seperti dulu. Teknik animasi 2D digital atau biasa disebut 2D dengan bantuan komputer yaitu sebuah animasi yang dihasilkan dengan bantuan dari komputer (Software), dalam pembuatan animasi 2D biasa menggunakan software gambar seperti corel draw, adobe Illustrator, photoshop dan lain-lain. (Wahyu & Andreas, 2013)



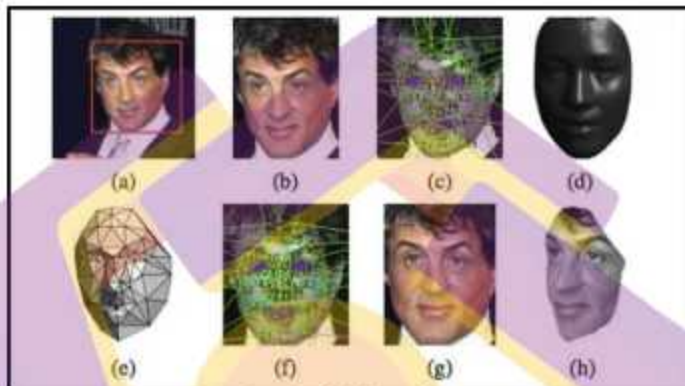
Gambar 2.2 Animasi 2D pada AR

2.3.3 Deep Face Algorithm

Platform jejaring sosial terbesar di dunia, Facebook, sedang mengembangkan ilmu baru yang disebut Algoritma Deep Face. Deep face, menurut Facebook dan akademisi, dapat secara akurat mengidentifikasi wajah seseorang dengan tingkat akurasi sebesar 97,25%. Tahap penyelarasan metode DeepFace melibatkan pembuatan model wajah 3D, dengan 3D diwakili oleh 9 lapisan jaringan saraf. pada setiap gambar wajah yang masuk ke dalam algoritma deep face akan dipecah menjadi model 3D. dikarenakan bentuk model 3D, model tersebut dapat diputar-putar sehingga masalah sudut angle tersolusikan, dari hasil ini menghasilkan wajah yang dapat menjadi dasar modal untuk Algoritma Deep Face dapat membedakan wajah orang B dan orang C (Taigman et al., 2014)

Pada tahun 2016 para peneliti Facebook menerbitkan artikel lain tentang bagaimana mereka menerapkan sebuah teknologi baru bernama DeepMask dan SharpMask yang dapat digunakan untuk mengelompokkan objek dalam sebuah

adegan dan ekstrak detail yang diperlukan. SharpMask seperti namanya tampil sedikit lebih baik dan memberikan topeng yang tajam overlay di atas target dibandingkan dengan DeepMask keduanya digunakan dalam popularitas mereka Platform AR Meta Spark Ar (Moin et al., 2021)



Gambar 2.3 Deep Face



Gambar 2.4 Augmented Reality 3D

2.3.4 Meta Spark Studio + Javascript

Meta Spark Studio merupakan software yang di kelolah oleh perusahaan Meta Facebook, Meta Spark Studio di rilis pada tahun 2019 kegunaan dari software ini mengelolah animasi 2D dan 3D untuk direalisasikan kedalam sebuah Augmented Reality dapat berupa Filter AR efek wajah, Kuis, games, bahkan banyak perusahaan besar menggunakan jasa software ini untuk meningkatkan brand dari suatu produknya misalkan yang marak yaitu produk lipstick yang masuk dalam kategori AR Kecantikan (Beautifying), Filter AR Random misalkan filter negara yang ingin di kunjungi, Filter Quiz, Filter AR Game, Filter Ar Real world, Filter AR target Tracker, Filter AR Immersive dan lain-lain . javascript merupakan Bahasa pemrograman tingkat tinggi yang juga digunakan dalam pembuatan filter pada software Meta Spark studio.



Gambar 2.5 Meta Spark AR + javascript

camera digunakan, a merupakan Jarak antara titik Tengah dengan masing-masing kamera atau $a=T/2$, Dan selisih jarak antara garis a dan a' dengan garis sumbu normal kamera dinyatakan dengan disparitas U dan U' , maka untuk menentukan jarak Z yang merupakan jarak antara kamera dengan objek wajah yang ditangkap dapat dijelaskan seperti rumus pada Persamaan 2.1

$$Z = \frac{2Fa}{U - U'} \dots\dots\dots (2.1)$$

2.3.6 Image processing (Pengolahan Citra)

Image processing (pengolahan citra) memainkan peran penting dalam pengembangan aplikasi Augmented Reality (AR). Pengolahan citra dalam konteks AR melibatkan pemrosesan dan analisis citra yang diambil dari kamera perangkat untuk mengidentifikasi, melacak, dan menggabungkan objek virtual dengan dunia nyata. Berikut adalah beberapa konsep utama dalam pengolahan citra pada AR:

Deteksi Permukaan (Surface Detection): Salah satu langkah penting dalam AR adalah mendeteksi permukaan objek di dunia nyata di mana objek virtual akan ditempatkan. Algoritma pemrosesan citra digunakan untuk mengidentifikasi bidang datar seperti meja, lantai, atau dinding yang cocok untuk penempatan objek virtual.

Pelacakan Objek (Object Tracking): Untuk menjaga posisi dan orientasi objek virtual yang tepat dalam citra kamera yang bergerak, pelacakan objek diperlukan. Ini melibatkan pemrosesan citra untuk melacak pergerakan dan perubahan dalam objek atau marker yang digunakan sebagai referensi.

Pengenalan Pola (Pattern Recognition): Dalam beberapa kasus, AR menggunakan pengenalan pola untuk mengidentifikasi objek atau marker khusus

dalam citra. Ini dapat digunakan untuk menghubungkan objek virtual dengan objek fisik tertentu atau mengaktifkan interaksi berbasis citra.

Pencahayaan dan Shading (Lighting and Shading): Memastikan konsistensi pencahayaan antara objek virtual dan lingkungan fisik sangat penting untuk menciptakan ilusi realisme. Pengolahan citra digunakan untuk mengenali intensitas cahaya dan arah pencahayaan dalam citra untuk objek virtual yang sesuai.

Rendering Augmentasi (Augmentation Rendering): Setelah objek virtual ditempatkan dalam citra dunia nyata, rendering augmentasi digunakan untuk menggabungkan objek tersebut secara visual dengan lingkungan nyata. Ini mencakup perubahan warna, bayangan, dan efek visual lainnya untuk membuat objek virtual tampak seolah-olah mereka ada di lingkungan fisik.

Interaksi Pengguna (User Interaction): Pengolahan citra dapat digunakan untuk mendeteksi gerakan atau tindakan pengguna dalam citra kamera, memungkinkan interaksi dengan objek virtual. Misalnya, deteksi gestur tangan atau wajah dapat digunakan untuk mengendalikan objek virtual atau aktivitas dalam AR.

Kalibrasi Kamera (Camera Calibration): Kalibrasi kamera adalah proses yang penting untuk mengukur dan mengoreksi distorsi dalam citra yang dihasilkan oleh kamera. Ini memastikan bahwa objek virtual ditempatkan dengan benar dalam citra.

Pemrosesan Real-Time (Real-Time Processing): Karena AR sering kali memerlukan respons yang cepat, pengolahan citra harus dilakukan secara real-time. Ini melibatkan optimisasi algoritma untuk kinerja tinggi.

Pengenalan Citra (Image Recognition): Pengenalan citra dapat digunakan untuk mengenali objek, teks, atau fitur tertentu dalam citra kamera, yang dapat memicu tindakan atau interaksi dalam konteks AR.

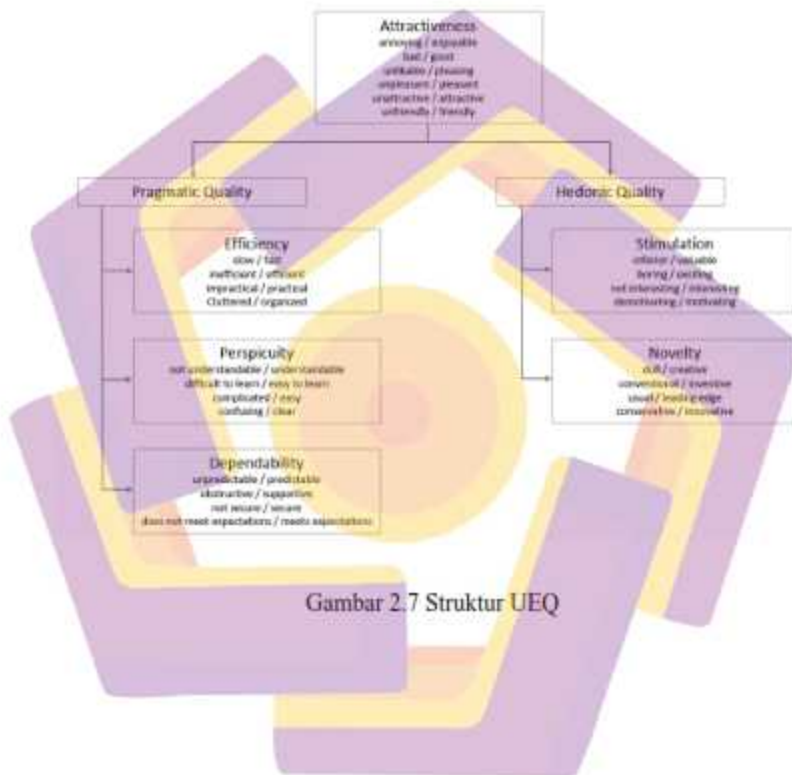
Efek Visual (Visual Effects): AR sering menggunakan efek visual seperti efek partikel, efek transisi, atau perubahan warna dalam citra. Pengolahan citra dapat digunakan untuk mengimplementasikan efek-efek ini. (Masood & Egger, 2021)

2.3.7 Metode UEQ (User Experience Questionnaire)

Metode UEQ adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan gambaran lengkap tentang UX dari aspek kegunaan dan pengalaman. Persepsi dari pengguna terhadap produk juga ditangkap dalam metode UEQ, yang mengarah pada pengukuran dan tayangan praktis. UEQ, kemudian, menawarkan pengukuran variabel teknis dan non-teknis yang terhubung dengan perasaan atau persepsi pengguna. (Widiyastuti, 2018) Dalam desain produk, sistem, atau layanan, komponen kualitas pragmatis mengungkapkan persepsi tentang faktor teknis yang berkonsentrasi pada pencapaian tujuan (fitur).

Kerangka UEQ, yang berfungsi sebagai alat untuk mengukur pengalaman pengguna, didasarkan pada persepsi daya tarik produk, kualitas hedonis yang dirasakan, dan kualitas ergonomis atau pragmatis yang dirasakan. Aspek teknis yang berkonsentrasi pada pencapaian tujuan (fitur) dalam desain produk, sistem, atau layanan dirasakan dalam hal kualitas pragmatis. (Putro et al., 2019) Tujuan dari tercapainya tugas ini dilakukan secara tepat dan efisien (*efficiency dimension*), dapat di pahami (*perspicuity dimension*), tidak mengekang (*dependability*

dimension). Sedangkan dalam aspek kualitas kesenangan adalah aspek non teknis yang bersentuhan dengan emosi pengguna. Dalam aspek ini melibatkan kesenangan yang memotivasi (*stimulation dimension*) dan desain yang terbaru (*novelty dimension*).



Gambar 2.7 Struktur UEQ

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis, Sifat, dan Pendekatan Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimental, karena dilakukan beberapa serangkaian langkah dimulai dari studi literatur, Pengumpulan data yang dilakukan dengan cara eksperimen yaitu pembuatan asset filter topeng wajah Augmented Reality 2D dan 3D dengan metode *markerless-based tracking* dengan Teknik *Face Tracker* algoritma Deep Face, dilakukan uji coba sesuai dengan atribut pengujian, kemudian hasilnya dilakukan perbandingan Teknik face tracker animasi 2D atau 3D dengan menggunakan metode UEQ, untuk mengetahui Metode *markerless-based tracking* dengan teknik *face tracker* ini bekerja secara maksimal di 2D atau 3D.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Tahap pertama dari setiap penelitian adalah pengumpulan data, jika tahap ini di lewati maka penelitian akan sepenuhnya salah karena tahap ini merupakan pondasi dari penelitian. Pada tahap pengumpulan data akan di rangkum sebagai berikut :

3.2.1 Eksperimen

Eksperimen merupakan tindakan yang digunakan untuk menghasilkan penemuan baru yang terdapat dalam penelitian ini. Pada penelitian ini peneliti

membuat atau mendesain data berupa Topeng Efek animasi karakter wajah pada animasi 2D dan Topeng karakter animasi 3D untuk di implementasikan kedalam filter augmented reality, pembuatan menggunakan software photoshop dalam membuat Topeng Efek animasi karakter wajah pada animasi 2D dan software blender dalam membuat Topeng karakter animasi 3D.

3.2.2 Pengumpulan Data

Adapun skenario penelitian yang digunakan dalam pengumpulan data, yaitu dilakukan pengambilan sampel hasil testing filter topeng karakter animasi 2D dan topeng karakter animasi 3D dari 30 Pengguna instagram dengan cara testing hasil AR menggunakan alat bantu kamera smartphone, hasil dari data ini nanti diolah menggunakan metode pengukuran *User Experience Questionnaire* (UEQ).

3.3. Metode Analisis Data

Dalam analisis data pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut :

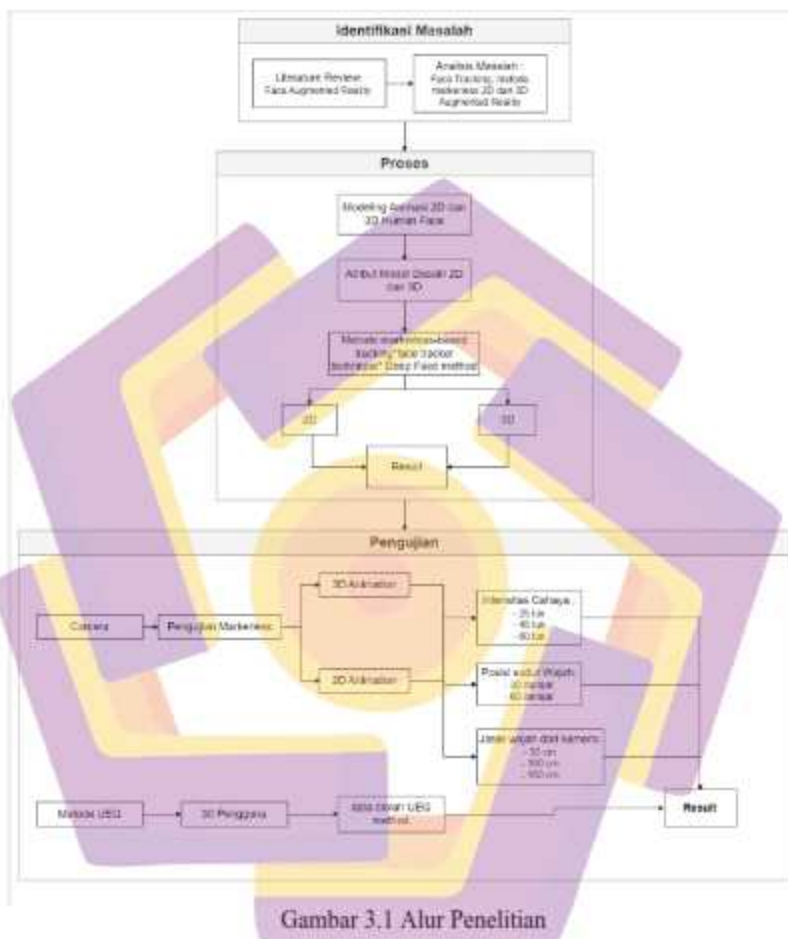
1. Modeling 2D dan 3D

Sebelum melakukan proses pembuatan filter animasi karakter wajah 2D maka perlu dilakukan pembuatan texture model efek animasi karakter wajah 2D menggunakan software Adobe photoshop yaitu dalam bentuk format PNG yang nantinya di implementasikan kedalam penelitian. Kemudian dilakukan pembuatan karakter wajah 3D dengan format file .fbx yang meliputi objects mata, wajah, dan mulut . Tambahan pupil mata dengan format PNG.

2. Teknik Face tracker

Pada tahap ini, dilakukan dengan bantuan Software Augmented Reality keluaran facebook yaitu Meta Spark Studio dengan bantuan Bahasa pemrograman yaitu javascript, pada efek animasi karakter wajah 2D digunakan teknik face tracker dimana juga dasarnya yaitu Algoritma Deep Face dalam mengimplementasikan 2D, Algoritma Deep Face merupakan bagian dari Teknik Face Tracker yang dapat digunakan untuk melacak pergerakan wajah pada 2D dan 3D. Pada efek karakter wajah 3D menggunakan 3D Objects yang di dukung Null object dan 3D Object, yang digunakan dalam teknik face tracker yang nantinya berfungsi pada aset 3D, dan penggunaan face mesh. Hasil dari filter animasi karakter wajah 2D dan topeng wajah karakter animasi 3D sudah di lakukan pengujian sehingga menghasilkan data pengujian dari implementasi Teknik face tracker pada 2D dan implementasi Teknik face tracker 3D.

3.4. Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Pada gambar 3.1 memaparkan sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah

Literatur rivew melakukan identifikasi paper terdahulu, atau evaluasi terkait paper-paper yang membahas tentang face augmented reality, analisis masalah yaitu

dalam penelitian ini mengkaji lebih dalam tentang face filter otomatis 2D dan 3D Augmented Reality.

2. Perencanaan

Persiapan alat yang digunakan dalam pembuatan augmented reality, dalam hal ini yang perlu di siapkan yaitu software meta spark studio, Visual Studio code (Javascript), photoshop, dan blender 3D.

3. Proses

Human face yaitu menyediakan wajah secara realtime yang terhubung di kamera laptop atau PC, memasukkan model desain 2D dan 3D, kemudian di lakukan pengimplementasian metode markerless-based tracking “Teknik face tracking” yaitu dengan memanfaatkan Algoritma Deep Face dengan bantuan Bahasa pemrograman javascript, setelah itu menghasilkan filter animasi karakter wajah 2 D dan Topeng karakter wajah 3D.

4. Pengujian

Dalam pengujian menggunakan Metode pengujian markerless, berupa intensitas cahaya di 25 lux, 45 lux, 60 lux + RGB. Sudut wajah 30 derajat dan 60 derajat. Jarak wajah dari kamera dengan jarak 50 cm, 100cm, 150 cm.

Menggunakan rumus pada Persamaan 3.1

$$T_n = \frac{\sum ob}{\sum n} 100 \dots \dots \dots (3.1)$$

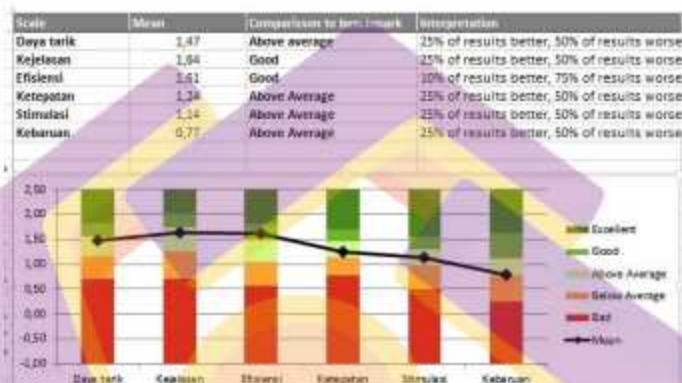
Keterangan:

T_n = Total Akurasi

$\sum ob$ = Jumlah Objek Terdeteksi

$\sum n$ = Jumlah Eksperimen

Dan menggunakan metode User Experience Questionnaire (UEQ) Pengujian di 20 pengguna lainnya. Dari sini kita sudah bisa mendapatkan hasil dari metode markerless-based tracking “teknik face tracking-deep face algorithm” ini dapat bekerja dengan baik di 2D atau 3D



Gambar 3.2 UEQ

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Obyek Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan uji coba pembuktian metode markerless based-tracking dengan teknik face tracker yang mengadopsi algoritma buatan facebook yaitu Deep face Algorithm pada animasi 2D dan 3D, pada animasi ini hanya berfokus pada area wajah saja dengan parameter pengujian intensitas cahaya, sudut kemiringan, dan jarak wajah aktor dari kamera dan metode pengukuran UEQ (*User Experience Questionnaire*) untuk mendapatkan tingkat akurasi keberhasilan.

4.2. Modeling Animation face 2D dan 3D

Pada proses tahap ini yaitu menciptakan objek dan karakter dalam lingkungan digital untuk digunakan dalam pembuatan animasi yang hanya berfokus animation face 2D dan 3D. Perbedaan utama antara keduanya terletak pada dimensi ruang yang digunakan. Dalam modeling animasi 2D, objek dan karakter dibuat dalam ruang dua dimensi, yang berarti mereka hanya memiliki panjang dan lebar, tetapi tidak memiliki kedalaman. Objek dan karakter dalam animasi 2D terdiri dari bentuk geometris dan garis yang digambar di bidang datar, sedangkan Dalam modeling animasi 3D, objek dan karakter dibuat dalam ruang tiga dimensi, yang mencakup panjang, lebar, dan kedalaman. Ini memberikan objek dan karakter tampilan yang lebih realistis dan memungkinkan mereka untuk berinteraksi dengan lingkungan

yang dipersepsikan dalam tiga dimensi. Model 3D dapat terdiri dari poligon, kurva, atau permukaan NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines).

4.2.1 Modeling Animation face 2D

Pada tahap ini dilakukan pembuatan aset animasi topeng wajah animasi karakter wajah 2D, dimana dilakukan pembuatan dengan mengambil atau mengikuti fitur wajah landmark wajah manusia kemudian mengikuti size dari landmark wajah tersebut, lalu di buatkan gambar 2D di atasnya di tunjukkan pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Modeling Animation face 2D

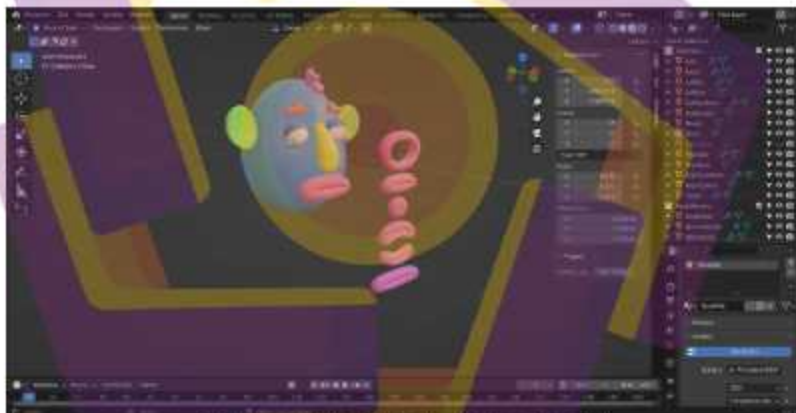
Setelah itu Export menjadi gambar dalam bentuk PNG yang nantinya akan di lakukan penerapan metode *markerless based tracking, face tracker Technique*.

4.2.2. Modeling Animation face 3D

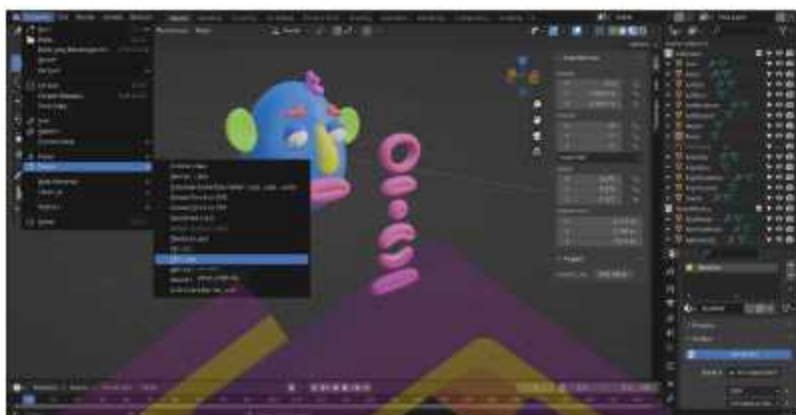
Pada tahap ini dilakukan pembuatan aset animasi wajah 3D dimana dilakukan pembuatan menggunakan aplikasi pembuat animasi 3D yaitu blender yang merupakan perangkat lunak open-source yang sangat populer untuk pemodelan, animasi, rendering, dan pembuatan konten 3D secara umum. Blender

menyediakan berbagai fitur dan alat yang kuat untuk menciptakan visualisasi 3D yang kompleks. dalam pembuatan kepala animasi 3D kami membuat dengan sederhana yaitu scene collection dimana isi dari wajah 3D kami yaitu hair, head, leftEar, LeftEye, LeftEyebrow, LeftEyeLid, Mouth, Nose, RightEar, RightEye, RightEyebrow, RightEyeLid. dalam Mouths terbagi lagi menjadi beberapa model yaitu Kiss Model, Normal Model, Open Model, sad Model, Smile Model, Wide Model dapat dilihat pada gambar 4.2

Ketika animasi 3D telah jadi lalu dilakukan Eksport menjadi file .fbx yang nantinya digunakan menjadi asset 3D. dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.2 Modeling Animation face 3D



Gambar 4.3 Eksport to .fbx

Setelah asset animasi 2D dan 3D sudah siap kemudian dilakukan implementasi kedalam Software MetasparkAR, yang nantinya akan digunakan dalam mengerjakan animasi face 2D dan 3D dengan menerapkan metode markerless based tracking, teknik face tracker.

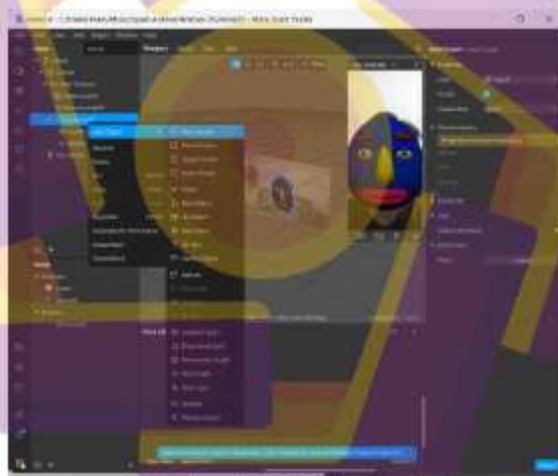
4.3. Implementasi Animation face 2D dan 3D

Pada tahap ini dilakukan implementasi metode *markerless based tracking*, teknik *face tracker* kedalam *software* MetasparkAR Studio yang nantinya diolah sehingga dapat mengenali wajah seseorang, dimana MetasparkAr Studio merupakan perangkat lunak yang dikembangkan oleh perusahaan Facebook yang digunakan untuk membuat filter dan efek realitas tertambah (*augmented reality*). Platform ini terus berkembang dengan penambahan fitur baru dan dukungan untuk perangkat keras yang lebih banyak, dibantu menggunakan bahasa pemrograman JavaScript sebagai salah satu bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat

filter dan efek AR. Dalam konteks Spark AR Studio, JavaScript digunakan untuk mengontrol perilaku dan interaksi filter AR yang dibuat.

4.3.1. Proses Implementasi Metode Markerless based tracking, Teknik face tracker pada Animasi 2D

Dalam proses ini langkah pertama yang dilakukan adalah membuat pelacakan pada wajah yaitu menerapkan face tracker kegunaannya untuk melacak dan mengenali wajah pengguna secara real-time. Face Tracker digunakan untuk mendeteksi dan memantau fitur wajah, seperti mata, mulut, hidung, dan posisi wajah secara keseluruhan, dapat dilihat pada gambar 4.4

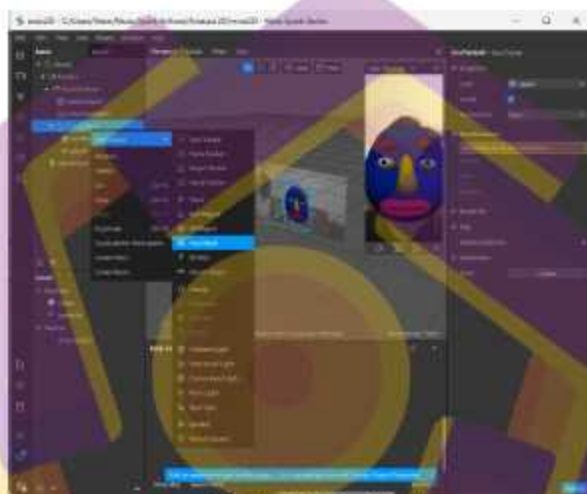


Gambar 4.4 teknik Face tracker

Setelah menerapkan teknik face tracker kemudian menerapkan face mesh kepada aktor dimana facemesh ini merupakan masih bagian dari teknik face tracker, kegunaan dari face mesh ini yaitu alat pemetaan wajah dalam konteks *augmented reality* (AR) yang memungkinkan pengenalan dan pelacakan titik-titik penting pada wajah pengguna. Facemesh mengidentifikasi dan melacak posisi titik-titik kunci

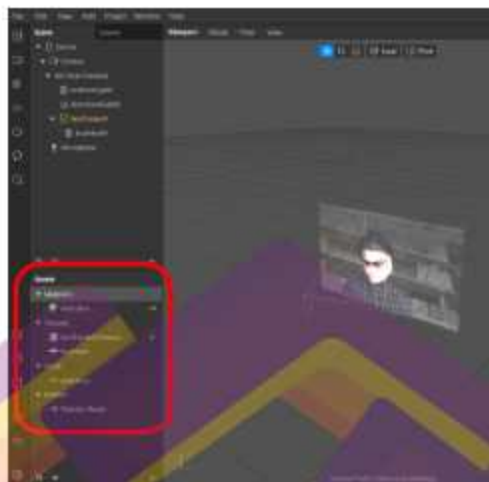
pada wajah, seperti mata, hidung, mulut, dan kontur wajah, dengan menggunakan teknik penglihatan komputer. Facemesh memiliki banyak kegunaan dalam pengembangan AR yang melibatkan wajah manusia. Dengan kemampuannya untuk mengenali dan melacak titik-titik wajah secara akurat, dapat dilihat pada gambar

4.5



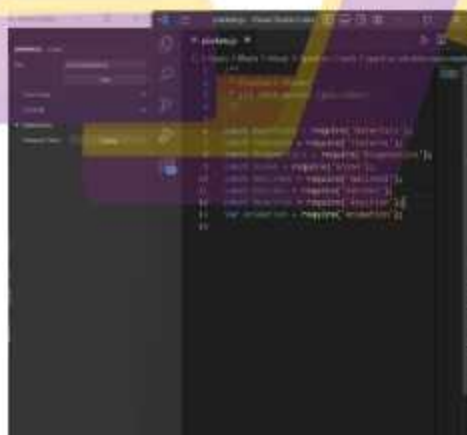
Gambar 4.5 FaceMesh

Setelah itu dilakukan Assets dimana dalam Assets ini terdiri dari Material, Texture, Script, dan Patches yang nantinya berperan penting dalam penerapan animasi 2D pada wajah. Dapat dilihat pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Assets

Dalam Assets ada gambar PNG 2D yang sudah kita buat sebelumnya yang nantinya digunakan, kemudian ada Script yaitu merupakan bantuan dalam menanggapi interaksi pengguna, seperti gerakan wajah, sentuhan layar, atau gerakan perangkat, dengan menggunakan kode JavaScript untuk merespons input tersebut dengan cara yang diinginkan dapat dilihat pada gambar 4.7



Gambar 4.7 JavaScript 2D

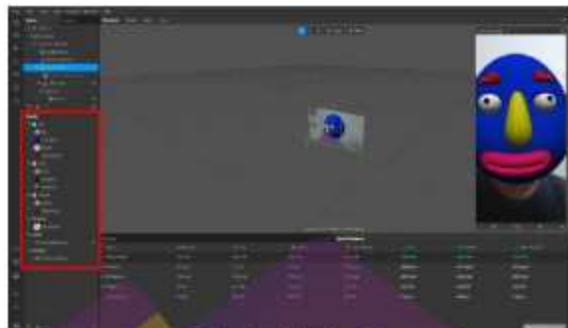
4.3.2. Proses Implementasi Metode Markerless based tracking, Teknik face tracker pada Animasi 3D

Dalam proses langkah pertama ini yang dilakukan sama dengan 2D tadi yaitu membuat pelacakan pada wajah yaitu menerapkan teknik face tracker yang berfungsi untuk melacak dan mengenali wajah pengguna secara real-time. face tracker digunakan untuk mendeteksi dan memantau fitur wajah, seperti mata, hidung, dan posisi wajah secara keseluruhan. Dapat dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Face Tracker

Setelah teknik face tracker sudah di terapkan maka akan dilakukan pembuatan Assets dimana assets yang kami gunakan yaitu Eye, Face, Mouth, EyeTexture, Script, dan Patches. Yang nantinya akan berperan penting dalam pergerakan animasi wajah 3D tersebut. Assets dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Assets

didalam Assets terdapat Script yaitu sebuah kodingan menggunakan bahasa pemrograman javascript yang digunakan dalam memberikan interaktivitas dan kontrol terhadap efek 3D yang dibuat. kodingannya dapat dilihat pada gambar 4.10



Gambar 4.10 JavaScript 3D

4.3.3. Hasil dari Proses Implementasi Metode Markerless based tracking, Teknik face tracker pada Animasi 2D dan 3D

Hasil dari proses Implementasi Metode Markerless based tracking, Teknik face tracker pada Animasi 2D dan 3D berupa filter *Augmented Reality* di sebelum dilakukan pengujian, langkah selanjutnya dilakukan yaitu pengajuan ke website facebook.com/MetasparkAR dimana perusahaan ini akan menyeleksi filter animasi karakter wajah 2D dan topeng wajah karakter animasi 3D yang sudah dibuat tadi, perkiraan waktunya sekitar 5-7 hari, ketika filter animasi 2D dan 3D diterima atau accepted maka akan tampil seperti pada gambar 4.11



Gambar 4.11 Accepted oleh MetasparkAR

Pada Filter 2D kita dapat melihat insight singkat, yaitu jumlah interaksi pengguna menggunakan Filter 2D kita dapat dilihat pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 Insight Filter 2D

Pada Filter 3D kita dapat melihat insight singkat, yaitu jumlah interaksi pengguna menggunakan Filter 3D kita dapat dilihat pada Gambar 4.13



Gambar 4.13 Insight Filter 3D

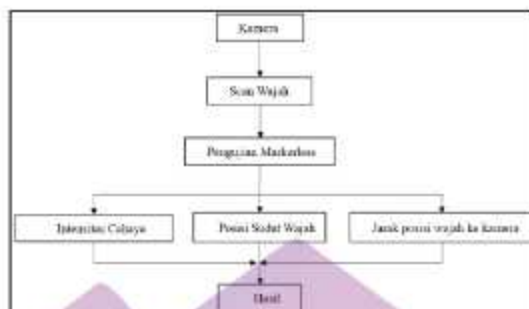
Dari sini dapat kita dapat lihat bahwa Insight singkat 28 hari terakhir, pada 2D Impresi mencapai 280 sedangkan pada 3D Impresi mencapai 1,5 rb, Frekuensi Dibuka mencapai 7,3 rb pada 2D sedangkan 5,5 rb pada 3D, dan untuk frekuensi dibagikan mencapai 40 untuk 2D sedangkan frekuensi dibagikan 86 untuk 3D.

4.4. Pengujian Animation face 2D dan 3D

Dalam penelitian ini dilakukan 2 cara pengujian yaitu pengujian markerless dan pengujian metode UEQ untuk mengukur seberapa besar tingkat akurasi keberhasilan dari filter 2D dan 3D tersebut.

4.4.1. Pengujian Markerless-based tracking

Dalam pengujian ini peneliti mengadopsi pengujian metode markerless based tracking dari hasil penelitian (Arifitama et al., 2022) dimana alurnya dapat dilihat pada gambar 4.14



Gambar 4.14 Alur pengujian Markerless based tracking

Pendekatan berikut merupakan prosedur pengujian pada augmented reality yang menggunakan metode Markerless-based tracking:

- Kamera : Kamera smartphone digunakan sebagai pemindai lokasi marker untuk objek augmented reality di wajah orang.
- Scan wajah : Pada titik ini, pola berbentuk landmark wajah yang menunjukkan lokasi munculnya objek augmented reality di wajah orang.
- Pengujian Markerless : Dalam tahap ini, pada objek 2D dan 3D diuji kemunculannya yaitu dengan parameter Intensitas cahaya white, red, green, blue), Posisi sudut wajah, dan Jarak posisi wajah ke kamera.
- Hasil : Pada tahap akhir dalam pengujian markerless ini menghasilkan result AR 2D dan 3D Metode markerless-based tracking teknik face tracker yang kemudian dicatat kemudian diolah untuk mengetahui akurasi keberhasilan.

Parameter yang digunakan dalam pengujian ini adalah Intensitas cahaya RGB 25 Lux, 45 Lux, dan 60 Lux. Jarak Wajah ke kamera 50 cm, 100 cm, 150 cm. dan Posisi Sudut Wajah 30° , 60° .

Tabel 4.1 Parameter Pengujian

Intensitas Cahaya RGB (Lux)	Jarak Wajah ke Kamera (cm)	Posisi Sudut Wajah (°)
25	50	30
25	100	30
25	150	30
25	50	60
25	100	60
25	150	60
25 (Red)	50	30
25 (Red)	100	30
25 (Red)	150	30
25 (Red)	50	60
25 (Red)	100	60
25 (Red)	150	60
25 (Green)	50	30
25 (Green)	100	30
25 (Green)	150	30
25 (Green)	50	60
25 (Green)	100	60
25 (Green)	150	60
25 (Blue)	50	30
25 (Blue)	100	30
25 (Blue)	150	30
25 (Blue)	50	60
25 (Blue)	100	60
25 (Blue)	150	60
45	50	30
45	100	30
45	150	30
45	50	60
45	100	60
45	150	60
45 (Red)	50	30
45 (Red)	100	30
45 (Red)	150	30
45 (Red)	50	60
45 (Red)	100	60
45 (Red)	150	60
45 (Green)	50	30
45 (Green)	100	30

Tabel 4.1 Lanjutan

Intensitas Cahaya RGB (Lux)	Jarak Wajah ke Kamera (cm)	Posisi Sudut Wajah (°)
45 (Green)	150	30
45 (Green)	50	60
45 (Green)	100	60
45 (Green)	150	60
45 (Blue)	50	30
45 (Blue)	100	30
45 (Blue)	150	30
45 (Blue)	50	60
45 (Blue)	100	60
45 (Blue)	150	60
60	50	30
60	100	30
60	150	30
60	50	60
60	100	60
60	150	60
60 (Red)	50	30
60 (Red)	100	30
60 (Red)	150	30
60 (Red)	50	60
60 (Red)	100	60
60 (Red)	150	60
60 (Green)	50	30
60 (Green)	100	30
60 (Green)	150	30
60 (Green)	50	60
60 (Green)	100	60
60 (Green)	150	60
60 (Blue)	50	30
60 (Blue)	100	30
60 (Blue)	150	30
60 (Blue)	50	60
60 (Blue)	100	60
60 (Blue)	150	60

Pada Tabel 4.1 memaparkan isi nilai ukur dari 3 parameter uji yaitu Intensitas cahaya + RGB, Posisi sudut wajah, dan Jarak posisi wajah ke kamera.

Tabel 4.2 Parameter (Skor Pengujian)

No	Keterangan	Skor	Kriteria
1	Sangat baik	5	Titik Poin Muncul, Objek Sangat Stabil, Titik Point Terdeteksi dengan Cepat
2	Baik	4	Titik Point Muncul, Objek Stabil, Titik Point terdeteksi dengan Cepat
3	Cukup	3	Titik Point Muncul, Objek Cukup Stabil, Titik Point Terdeteksi dengan normal
4	Kurang baik	2	Titik Point Muncul, Objek tidak stabil, Lambat Muncul
5	Sangat Kurang	1	Titik point tidak muncul, objek tidak jelas, tidak muncul objek 3d

Pada table 4.2 merupakan jenis tingkat deteksi objek augmented reality yang akan diterapkan selama proses deteksi objek di wajah. Parameter pengukuran yang digunakan dalam tes ini berasal dari yang digunakan dalam penelitian sebelumnya (Ramadhan et al., 2021) dimana setiap pernyataan diberi skor antara 1 sampai 5,

dan penilaian dilakukan atas dasar tersebut. Hasil pendekatan tracking berbasis markerless dengan teknik face tracker 2D dan 3D kemudian dihitung menggunakan rumus berikut untuk mendeteksi objek augmented reality

$$Tn = \frac{\sum ob}{\sum n} \times 100$$

Keterangan:

Tn = Total Akurasi

$\sum ob$ = Jumlah Objek Terdeteksi

$\sum n$ = Jumlah Eksperimen

Hasil total akurasi dari objek terdeteksi di wajah yang paling sempurna dibagi dengan total eksperimen (jumlah skor) yang terdapat pada setiap masing-masing komponen.

4.4.2. Hasil Pengujian Metode markerless-based tracking, Teknik face tracker

2D

Berikut merupakan pengujian yang sudah dilakukan pada Augmented Reality wajah 2D berupa filter animasi karakter wajah yang di lihat pada gambar 4.15



Gambar 4.15 Deteksi objek 2D

Pada tahap ini dilakukan pengujian Augmented reality metode markerless-based tracking teknik face tracker di wajah, total keseluruhan pengujian yang dilakukan pada AR 2D sebanyak 72 kali pada cahaya white, red, green, blue, Jarak dan sudut wajah. Pengujian deteksi objek AR pada wajah dengan metode markerless-based tracking yang nantinya dibagi menjadi 3 komponen jarak wajah ke kamera (50, 100, dan 150) untuk memudahkan menghitung akurasi keberhasilan.

Tabel 4.3 Hasil skor pengujian Marker-based tracking 2D, Komponen Jarak 50 cm

Intensitas Cahaya	Jarak wajah	Sudut wajah	Skor	Objek terdeteksi sempurna
25	50	30	5	5
25	50	60	5	5
25 (Red)	50	30	5	5
25 (Red)	50	60	4	-
25 (Green)	50	30	5	5
25 (Green)	50	60	5	5
25 (Blue)	50	30	5	5
25 (Blue)	50	60	5	5
45	50	30	5	5
45	50	60	5	5
45 (Red)	50	30	5	5
45 (Red)	50	60	5	5
45 (Green)	50	30	5	5
45 (Green)	50	60	5	5
45 (Blue)	50	30	5	5
45 (Blue)	50	60	5	5
60	50	30	5	5
60	50	60	5	5
60 (Red)	50	30	5	5
60 (Red)	50	60	4	-

Tabel 4.3 Lanjutan

Intensitas Cahaya	Jarak wajah	Sudut wajah	Skor	Objek terdeteksi sempurna
60 (Green)	50	30	5	5
60 (Green)	50	60	5	5
60 (Blue)	50	30	5	5
60 (Blue)	50	60	4	-

Pada tabel 4.3 Pada pengujian dengan komponen jarak wajah 50 cm, skor tertinggi yang didapatkan 110 (Jumlah objek terdeteksi sempurna) dan jumlah eksperimen 118 (skor), maka dari itu didapatkan akurasi 89,74%

Tabel 4.4 Hasil skor pengujian Marker-based tracking 2D, Komponen Jarak 100 cm

Intensitas Cahaya	Jarak wajah	Sudut wajah	Skor	Objek terdeteksi sempurna
25	100	30	4	-
25	100	60	5	5
25 (Red)	100	30	5	5
25 (Red)	100	60	4	-
25 (Green)	100	30	5	5
25 (Green)	100	60	5	5
25 (Blue)	100	30	4	-
25 (Blue)	100	60	5	5
45	100	30	5	5
45	100	60	4	-
45 (Red)	100	30	5	5
45 (Red)	100	60	5	5
45 (Green)	100	30	5	5
45 (Green)	100	60	5	5
45 (Blue)	100	30	5	5
45 (Blue)	100	60	5	5
60	100	30	5	5
60	100	60	5	5
60 (Red)	100	30	5	5
60 (Red)	100	60	5	5
60 (Green)	100	30	4	-
60 (Green)	100	60	4	-
60 (Blue)	100	30	5	5
60 (Blue)	100	60	4	-

Pada tabel 4.4 Pada pengujian dengan komponen jarak wajah 100 cm, skor tertinggi yang didapatkan 95 (Jumlah objek terdeteksi sempurna) dan jumlah eksperimen 115 (skor), maka dari itu didapatkan akurasi 75,22%

Tabel 4.5 Hasil skor pengujian Marker-based tracking 2D, Komponen Jarak 150 cm

Intensitas Cahaya	Jarak wajah	Sudut wajah	Skor	Objek terdeteksi sempurna
25	150	30	2	-
25	150	60	2	-
25 (Red)	150	30	5	5
25 (Red)	150	60	5	5
25 (Green)	150	30	1	-
25 (Green)	150	60	1	-
25 (Blue)	150	30	3	-
25 (Blue)	150	60	1	-
45	150	30	4	-
45	150	60	1	-
45 (Red)	150	30	5	5
45 (Red)	150	60	1	-
45 (Green)	150	30	1	-
45 (Green)	150	60	2	-
45 (Blue)	150	30	4	-
45 (Blue)	150	60	1	-
60	150	30	5	5
60	150	60	1	-
60 (Red)	150	30	5	5
60 (Red)	150	60	1	-
60 (Green)	150	30	5	5
60 (Green)	150	60	1	-
60 (Blue)	150	30	2	-
60 (Blue)	150	60	1	-

Pada tabel 4.5 Pada pengujian dengan komponen jarak wajah 150 cm, skor tertinggi yang didapatkan 35 (Jumlah objek terdeteksi sempurna) dan jumlah eksperimen 63 (skor), maka dari itu didapatkan akurasi 50%.

4.4.3. Hasil Pengujian Metode markerless-based tracking, Teknik face tracker 3D

Berikut merupakan pengujian yang sudah dilakukan pada Augmented Reality wajah 3D berupa karakter wajah yang di lihat pada gambar 4.16



Gambar 4.16 Deteksi objek 3D

Pada tahap ini dilakukan pengujian Augmented reality metode markerless-based tracking teknik face tracker di wajah, total keseluruhan pengujian yang dilakukan pada AR 3D sebanyak 72 kali pada cahaya white, red, green, blue, Jarak dan sudut wajah.

Pengujian deteksi objek AR pada wajah dengan metode markerless-based tracking yang nantinya dibagi menjadi 3 komponen jarak wajah ke kamera (50, 100, dan 150) untuk memudahkan menghitung akurasi keberhasilan dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4.6 Hasil skor pengujian Marker-based tracking 3D, Komponen Jarak 50 cm

Intensitas Cahaya	Jarak wajah	Sudut wajah	Skor	Objek terdeteksi sempurna
25	50	30	5	5

Tabel 4.6 Lanjutan

Intensitas Cahaya	Jarak wajah	Sudut wajah	Skor	Objek terdeteksi sempurna
25	50	60	5	5
25 (Red)	50	30	5	5
25 (Red)	50	60	5	5
25 (Green)	50	30	5	5
25 (Green)	50	60	5	5
25 (Blue)	50	30	5	5
25 (Blue)	50	60	5	5
45	50	30	5	5
45	50	60	5	5
45 (Red)	50	30	5	5
45 (Red)	50	60	5	5
45 (Green)	50	30	5	5
45 (Green)	50	60	5	5
45 (Blue)	50	30	5	5
45 (Blue)	50	60	5	5
60	50	30	5	5
60	50	60	5	5
60 (Red)	50	30	5	5
60 (Red)	50	60	5	5
60 (Green)	50	30	5	5
60 (Green)	50	60	5	5
60 (Blue)	50	30	4	-
60 (Blue)	50	60	5	5

Pada tabel 4.6 Pada pengujian dengan komponen jarak wajah 50 cm, skor tertinggi yang didapatkan 115 (Jumlah objek terdeteksi sempurna) dan jumlah eksperimen 119 (skor), maka dari itu didapatkan akurasi 96,63%

Tabel 4.7 Hasil skor pengujian Marker-based tracking 3D, Komponen Jarak 100 cm

Intensitas Cahaya	Jarak wajah	Sudut wajah	Skor	Objek terdeteksi sempurna
25	100	30	5	5

Tabel 4.7 Lanjutan

Intensitas Cahaya	Jarak wajah	Sudut wajah	Skor	Objek terdeteksi sempurna
25	100	60	5	5
25 (Red)	100	30	5	5
25 (Red)	100	60	5	5
25 (Green)	100	30	5	5
25 (Green)	100	60	5	5
25 (Blue)	100	30	5	5
25 (Blue)	100	60	5	5
45	100	30	5	5
45	100	60	5	5
45 (Red)	100	30	5	5
45 (Red)	100	60	5	5
45 (Green)	100	30	5	5
45 (Green)	100	60	5	5
45 (Blue)	100	30	5	5
45 (Blue)	100	60	4	-
60	100	30	5	5
60	100	60	5	5
60 (Red)	100	30	5	5
60 (Red)	100	60	5	5
60 (Green)	100	30	5	5
60 (Green)	100	60	5	5
60 (Blue)	100	30	5	5
60 (Blue)	100	60	4	-

Pada tabel 4.7 Pada pengujian dengan komponen jarak wajah 100 cm, skor tertinggi yang didapatkan 110 (Jumlah objek terdeteksi sempurna) dan jumlah eksperimen 118 (skor), maka dari itu didapatkan akurasi 93,22%.

Tabel 4.8 Hasil skor pengujian Marker-based tracking 3D, Komponen Jarak 150 cm

Intensitas Cahaya	Jarak wajah	Sudut wajah	Skor	Objek terdeteksi sempurna
25	150	30	5	5

Tabel 4.8 Lanjutan

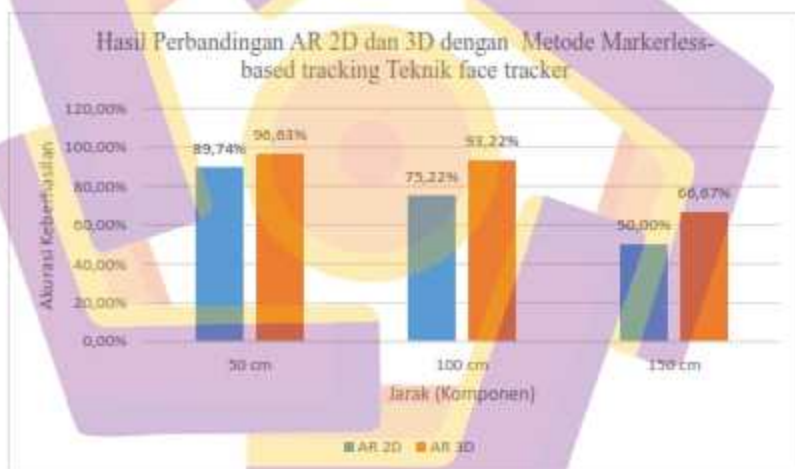
Intensitas Cahaya	Jarak wajah	Sudut wajah	Skor	Objek terdeteksi sempurna
25	150	60	1	-
25 (Red)	150	30	3	-
25 (Red)	150	60	1	-
25 (Green)	150	30	1	-
25 (Green)	150	60	1	-
25 (Blue)	150	30	2	-
25 (Blue)	150	60	1	-
45	150	30	5	5
45	150	60	5	5
45 (Red)	150	30	5	5
45 (Red)	150	60	4	-
45 (Green)	150	30	5	5
45 (Green)	150	60	5	5
45 (Blue)	150	30	5	5
45 (Blue)	150	60	4	-
60	150	30	5	5
60	150	60	4	-
60 (Red)	150	30	5	5
60 (Red)	150	60	4	-
60 (Green)	150	30	5	5
60 (Green)	150	60	4	-
60 (Blue)	150	30	5	5
60 (Blue)	150	60	5	5

Pada tabel 4.8 Pada pengujian dengan komponen jarak wajah 150 cm, skor tertinggi yang didapatkan 60 (Jumlah objek terdeteksi sempurna) dan jumlah eksperimen 90 (skor), maka dari itu didapatkan akurasi 66,67%.

Tabel 4.9 Hasil Perbandingan AR 2D dan 3D dengan Metode Markerless-based tracking Teknik face tracker

Jarak (komponen)	Akurasi keberhasilan 2D	Akurasi keberhasilan 3D
50	89,74%	96,63%
100	75,22%	93,22%
150	50%	66,67%

Pada Tabel 4.9 Dari hasil jarak komponen 50 cm akurasi keberhasilan 89,74% untuk 2D dan 96,63% untuk 3D, 100 cm akurasi keberhasilan 75,22% untuk 2D dan 93,22% untuk 3D dan 150cm akurasi keberhasilan 50% untuk 2D dan 66,67% untuk 3D.



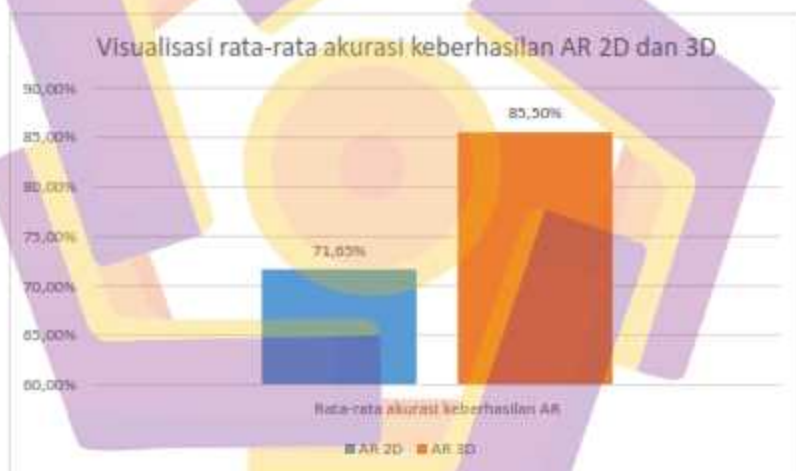
Gambar 4.17 Visualisasi Hasil Perbandingan AR 2D dan 3D

Gambar 4.17 Merupakan visualisasi dari hasil jarak komponen 50 cm akurasi keberhasilan 89,74% untuk 2D dan 96,63% untuk 3D, 100 cm akurasi keberhasilan 75,22% untuk 2D dan 93,22% untuk 3D dan 150cm akurasi keberhasilan 50% untuk 2D dan 66,67% untuk 3D.

Tabel 4.10 Rata-rata dari tiga perbandingan jarak yaitu 50 cm, 100 cm, dan 150 cm

Rata-rata akurasi keberhasilan 2D	Rata-rata akurasi keberhasilan 3D
71,65%	85,5 %

Pada Tabel 4.10 Rata-rata dari tiga perbandingan jarak yaitu 50 cm, 100 cm, dan 150 cm maka didapatkan akurasi keberhasilan sebesar untuk AR 2D 71,65% dan AR 3D 85,5 %. Dilihat dari perbandingan ini maka dapat disimpulkan bahwa metode markerless-based tracking dengan Teknik face tracker bekerja maksimal pada 3D di bandingkan 2D.



Gambar 4.18 Visualisasi perbandingan Rata-rata dari tiga perbandingan jarak yaitu 50 cm, 100 cm, dan 150 cm

Pada Gambar 4.18 Merupakan hasil visualisasi perbandingan Rata-rata dari tiga perbandingan jarak yaitu 50 cm, 100 cm, dan 150 cm maka didapatkan akurasi keberhasilan sebesar untuk AR 2D 71,65% dan AR 3D 85,5 %. Dilihat dari perbandingan visualisasi ini Maka dapat disimpulkan bahwa metode markerless-

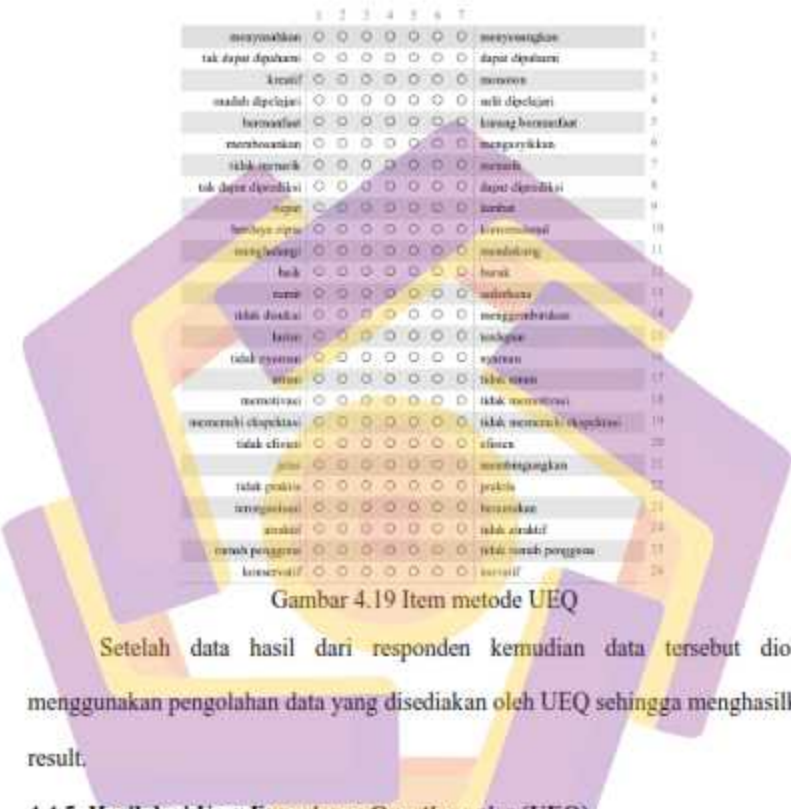
based tracking dengan Teknik face tracker bekerja maksimal pada 3D di bandingkan 2D.

4.4.4. Pengujian Metode User Experience Questionnaire (UEQ)

Pada metode UEQ mengandung 26 buah pertanyaan yang mencakup pada 6 Variabel tersebut yaitu:

1. Daya tarik atau *Attractiveness* yaitu antusiasme pengguna terhadap produk atau pendapat mereka tentang produk tersebut
2. Kejelasan atau *Perspiciuity* yaitu menggunakan produk atau betapa sederhananya untuk dipahami
3. Efisiensi atau *Efficiency* yaitu Kegunaan dan kecepatan produk saat digunakan.
4. Ketepatan atau *Dependability* yaitu seberapa besar pengguna mengontrol interaksi pada produk.
5. Stimulasi atau *Stimulation* yaitu seberapa menyenangkan produk tersebut bagi pengguna dan apakah mereka tertarik untuk menggunakannya.

6. Kebaruan atau Novelity yaitu seberapa inovatif dalam menggunakan produk untuk melihat item Metode UEQ yang digunakan dapat dilihat pada gambar 4.17



	1	2	3	4	5	6	7		
menyebabkan	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	menyengkan	1
tak dapat diprediksi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	dapat diprediksi	2
kecil	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	memori	3
mudah dipelajari	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	sulit dipelajari	4
bermanfaat	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	kurang bermanfaat	5
memuaskan	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	mengasyikkan	6
tidak menarik	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	menarik	7
tak dapat diprediksi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	dapat diprediksi	8
cepat	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	lambat	9
berbisa cepat	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	kurang cepat	10
menghambat	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	memudahkan	11
baik	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	buruk	12
baru	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	terlalu tua	13
tidak buruk	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	menghambatkan	14
baru	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	terlalu tua	15
tidak nyaman	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	nyaman	16
aman	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	tidak aman	17
memotivasi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	tidak memotivasi	18
memerahi ekspresi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	tidak memerahi ekspresi	19
tidak efisien	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	efisien	20
aman	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	membongkarkan	21
tidak praktis	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	praktis	22
terengulasi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	beraneka	23
struktur	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	tidak struktif	24
cara pengguna	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	tidak cara pengguna	25
konvensional	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	inovatif	26

Gambar 4.19 Item metode UEQ

Setelah data hasil dari responden kemudian data tersebut diolah menggunakan pengolahan data yang disediakan oleh UEQ sehingga menghasilkan result.

4.4.5. Hasil dari User Experience Questionnaire (UEQ)

Dalam penelitian ini menggunakan metode User Experience Questionnaire (UEQ) untuk mengukur user experience pada Augmented reality dengan metode markerless teknik face tracker. Metode UEQ memiliki 6 variabel yang mengandung 26 item pertanyaan, pada penelitian ini peneliti mengujikan Augmented Reality pada 30 Responden. Tabel 4.11 hasil dari 30 jawaban responden.

Tabel 4.11 Jawaban dari Responden

No	1	2	3	4	5	25	26
1	7	7	1	1	1	1	6
2	4	7	2	1	1	1	7
3	7	7	1	1	1	1	7
4	4	6	4	1	1	3	5
5	7	7	1	1	1	1	7
6	4	4	3	1	1	3	3
7	6	7	1	1	1	1	7
8	7	7	1	1	1	1	7
9	7	6	6	1	1	2	6
10	6	6	7	1	1	3	5
11	7	6	2	1	1	1	7
12	5	6	3	1	1	3	3
13	6	7	1	1	1	1	6
14	2	2	1	1	1	3	2
15	6	7	1	1	1	2	7
16	4	5	6	1	1	4	6
17	6	6	4	1	1	2	2
18	7	7	1	1	1	1	7
19	7	7	1	1	1	1	7
20	6	7	2	1	1	2	7
21	6	7	1	1	1	1	6
22	3	3	5	1	1	4	4
23	1	1	2	1	1	3	2
24	4	2	3	1	1	3	3
25	4	3	3	1	1	3	6
26	7	7	1	1	1	1	7
27	6	6	6	1	1	1	6
28	7	1	1	1	1	7	4
29	7	1	1	1	1	7	7
30	6	7	1	1	1	1	6

Transformasi Data

Pada Tabel 4.11 merupakan hasil dari penilaian 30 responden, tetapi dalam penilaiannya masih pada skala 1-7 kemudian akan di transformasi -3 hingga +3 hasilnya dilihat pada Tabel 4.12 dan data di transformasi pada tahap kedua di Tabel 4.13

Tabel 4.12 Tranformasi Data tahap 1

No	1	2	3	4	5	25	26
1	3	3	3	.	.	3	2
2	0	3	2	.	.	3	3
3	3	3	3	.	.	3	3
4	0	2	0	.	.	1	1
5	3	3	3	.	.	3	3
6	0	0	1	.	.	1	-1
7	2	3	3	.	.	3	3
8	3	3	3	.	.	3	3
9	3	2	-2	.	.	2	2
10	2	2	-3	.	.	1	1
11	3	2	2	.	.	3	3
12	1	2	1	.	.	1	-1
13	2	3	3	.	.	3	2
14	-2	-2	3	.	.	1	-2
15	2	3	3	.	.	2	3
16	0	1	-2	.	.	0	2
17	2	2	0	.	.	2	-2
18	3	3	3	.	.	3	3
19	3	3	3	.	.	3	3
20	2	3	2	.	.	2	3
21	2	3	3	.	.	3	2
22	-1	-1	-1	.	.	0	0
23	-3	-3	2	.	.	1	-2
24	0	-2	1	.	.	1	-1
25	0	-1	1	.	.	1	2
26	3	3	3	.	.	3	3
27	2	2	-2	.	.	3	2
28	3	-3	3	.	.	-3	0
29	3	-3	3	.	.	-3	3

Tabel 4.12 Lanjutan

No	1	2	3	.	.	25	26
30	2	3	3	.	.	3	2

Ketika sudah melakukan transformasi data pada tahap 1 kemudian dilakukan tranformasi data tahap 2.

Tabel 4.13 Transformasi Data tahap 2

Scale means per person					
DT	KJ	EF	KT	ST	KB
3,00	3,00	2,75	3,00	3,00	2,75
2,33	2,25	2,50	2,75	2,50	1,25
3,00	3,00	3,00	3,00	2,75	3,00
1,33	0,75	0,75	0,00	0,75	0,50
3,00	3,00	3,00	3,00	2,75	3,00
0,17	0,25	0,00	2,00	1,00	-0,25
2,50	2,50	2,25	2,00	2,25	2,75
3,00	3,00	3,00	3,00	2,75	3,00
2,00	0,75	1,50	2,25	1,25	-0,25
1,50	0,50	0,75	1,50	-1,00	-0,50
3,00	2,75	2,75	2,00	2,50	2,50
0,67	1,00	0,00	0,75	0,50	0,25
2,83	3,00	2,75	2,75	2,75	2,00
-0,17	-0,25	0,25	0,75	0,00	-0,25
2,33	2,25	2,50	1,75	2,50	1,50
0,83	0,25	1,50	0,50	1,00	0,50
1,50	1,00	1,00	0,50	1,50	-0,25
3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
3,00	3,00	3,00	3,00	2,75	3,00
2,33	2,25	2,25	2,25	2,25	1,25
2,67	2,75	2,75	2,00	2,25	2,25
0,00	-0,50	0,50	0,25	-1,00	0,00
-0,33	-0,50	0,25	-1,25	0,50	0,25
0,17	0,25	-0,25	0,25	-0,75	0,00
0,67	0,25	1,00	0,75	0,75	0,25
3,00	3,00	3,00	3,00	2,75	3,00
2,33	0,75	1,50	1,25	0,75	0,00
0,17	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,75

Tabel 4.13 Lanjutan

Scale means per person					
DT	DT	DT	DT	DT	DT
0,17	0,00	0,00	-1,50	0,00	1,50
2,67	2,75	2,75	2,00	2,25	2,25

Pada Tabel 4.13 Menemukan skala rata-rata per individu adalah langkah kedua dalam transformasi data; hasilnya akan digunakan pada perhitungan selanjutnya.

Pada tahap ini keseluruhan variabel akan dihitung rata-rata (mean) dan varians (variance). Mean merupakan rata-rata dari semua responden sedangkan varians adalah sebaran data responden, berikut adalah hasilnya pada tabel 4.15 sedangkan mean, variance per item pada tabel 4.14

Tabel 4.14 Mean, Variance

Item	Mean	Variance
1	1,433	1,716
2	1,200	2,140
3	1,367	1,903
4	1,333	1,807
5	0,867	2,097
6	1,267	1,818
7	1,000	2,017
8	0,800	1,710
9	1,533	1,432
10	0,733	2,132
11	1,433	1,960
12	1,767	1,612
13	1,400	1,714
14	1,500	1,548
15	1,033	1,921
16	1,267	1,874
17	1,767	1,547
18	2,100	1,242
19	1,333	1,900
20	1,200	1,883

Tabel 4.14 Lanjutan

Item	Mean	Variance
21	1,433	1,695
22	1,133	1,978
23	2,067	1,081
24	1,967	1,098
25	1,533	1,676
26	1,467	1,756

Pada tabel 4.14 merupakan nilai rata-rata, varian. Hasil tersebut diperoleh dari penjumlahan seluruh responden yang dikelompokkan per itemnya. Kemudian untuk nilai mean dan variance seluruh variabel terdapat pada tabel 4.14

Tabel 4.15 Mean dan Varian seluruh variable

Variabel	Mean	Variance
Daya tarik	1,756	1,45
Kejelasan	1,533	1,74
Efisiensi	1,667	1,43
Ketepatan	1,500	1,93
Stimulasi	1,475	1,64
Kebaruan	1,300	1,66

Terlihat pada tabel 4.15 bahwa variabel daya tarik mendapatkan skor 1,756 yang berada dalam kategori positif yang berarti responden tertarik atau menyukai AR face detection 2D dan 3D. Pada variabel kejelasan (Perspicuity) mendapatkan skor 1,533 yang berada dalam kategori positif juga yang berarti AR face detection 2D dan 3D dapat dipahami dan mudah dimengerti. Variabel efisiensi (Efficiency) memperoleh skor 1,667 yang juga dalam kategori positif, ini berarti responden menganggap bahwa AR face detection 2D dan 3D efisien dan jelas. Variabel ketepatan (Dependability) mendapatkan skor variabel yaitu berjumlah 1,500, ini berarti bahwa AR face detection 2D dan 3D masih mudah di kontrol oleh responden, dan tergolong dalam kategori positif karena nilai rata-rata $> 0,8$. Variabel stimulasi (Stimulation) mendapatkan skor 1,475 yang berarti bahwa responden

merasa bahwa AR face detection 2D dan 3D bermanfaat, tergolong dalam kategori positif. Pada variabel terakhir yaitu kebaruan (Novelty) memperoleh skor yang berjumlah 1,300 yang berarti bahwa AR face detection 2D dan 3D merupakan kreatif dan sebuah inovasi baru, dan di kategorikan sebagai positif. Yang dikatakan kategori positif apabila $>0,8$ dan dikatakan kategori negative apabila $<0,8$.

Dari enam skala diatas dapat diatur dan diolah kembali untuk menghitung dan mengetahui kualitas Pragmatic dan Hedonic AR face detection 2D dan 3D. Berikut penilaian untuk daya tarik, kualitas pragmatic, dan kualitas hedonic pada tabel 4.16

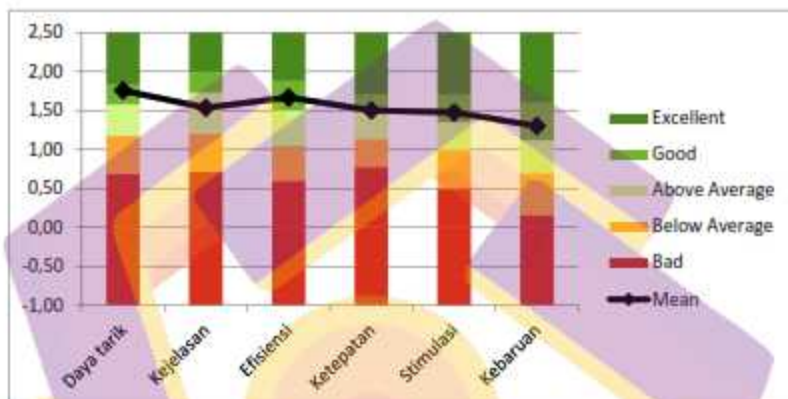
Tabel 4.16 Nilai Kualitas

Pragmatic and Hedonic Qualities	
Attractiveness	1,76
Pragmatic Quality	1,57
Hedonic Quality	1,39

Berdasarkan tabel 4.16 terlihat bahwa penilaian dari responden untuk kualitas daya tarik sebesar 1,76 yang masuk dalam kategori positif, ini berarti bahwa kualitas AR face detection 2D dan 3D tergolong menyenangkan dan baik. Kualitas pragmatis memperoleh nilai sebesar 1,57, masuk dalam kategori positif. Kemudian kualitas hedonis memperoleh nilai 1,39 yang masuk dalam kategori positif juga. dikatakan katogri positif karena lebih dari $>0,8$

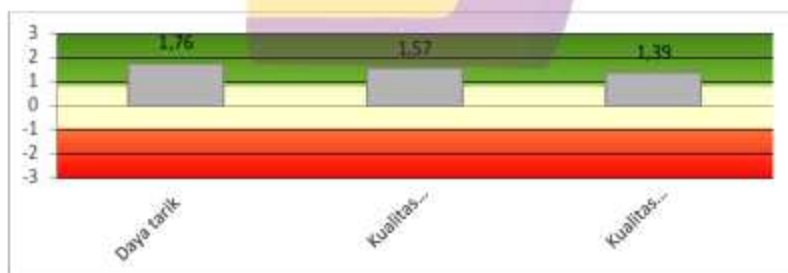
Set Data Benchmark

Benchmark adalah sajian data dalam bentuk grafik, seluruh variabel akan disajikan dalam bentuk grafik berdasarkan nilai yang diperoleh, berikut Benchmark pada Gambar 4.20



Gambar 4.20 Benchmark UEQ

Terlihat pada gambar 4.20 bahwa penilaian user experience pada AR face detection 2D dan 3D mendapatkan 5 nilai Good diantaranya pada variabel daya tarik, Efisiensi, ketepatan dan stimulasi, kebaruan dan nilai Above Average pada variabel kejelasan. Semua penilaian dalam kategori positif. Sedangkan untuk kualitas terlihat pada Gambar 4.21



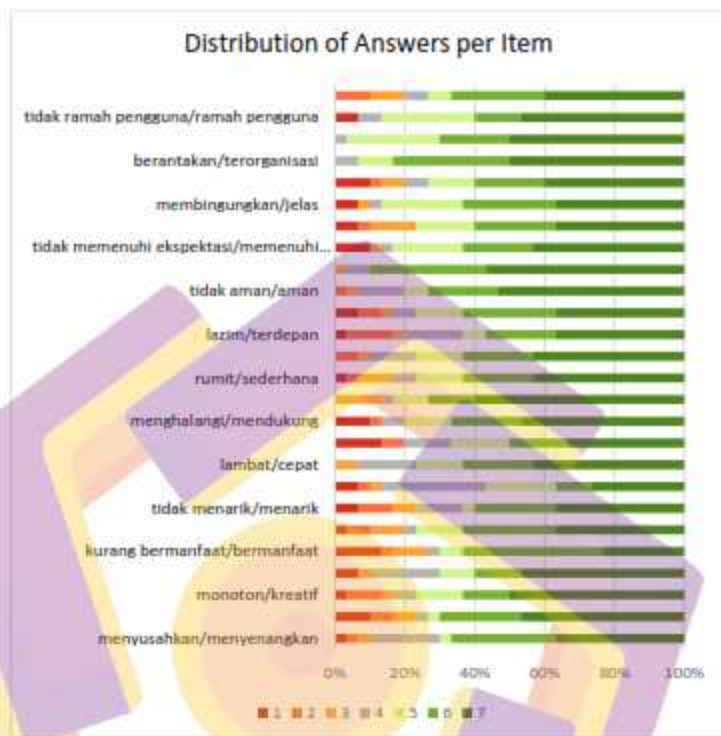
Gambar 4.21 Quality chart

Pada Gambar 4.21 adalah penilaian kualitas berdasarkan pengukuran user experience, kualitas terbagi menjadi kualitas daya tarik, hedonis dan pragmatis. Kualitas daya tarik memperoleh nilai sebesar 1,76, kualitas pragmatis sebesar 1,57, dan kualitas hedonis sebesar 1,39. Seluruh variabel mendapatkan penilaian positif dengan kualitas daya tarik nilai tertinggi dan kualitas hedonis menjadi nilai terendah, tetapi semua masih dalam kategori positif.

Distribusi Jawaban Responden.

Pada distribusi jawaban akan diketahui pada item tunggal, apabila ada item yang menunjukkan polarisasi jawaban (banyak yang negatif, banyak yang positif, tidak banyak penilaian netral). Berikut adalah distribusi jawaban responden pada gambar 4.22





Gambar 4.22 Distribution of Answers per Items

Pada gambar 4.22 distribusi jawaban penilaian responden tergolong dalam kategori positif melihat sebaran jawaban responden pada angka 5,6,7 yang merupakan kategori positif.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dalam penelitian ini berdasarkan dari pengujian yang dilakukan maka ditarik kesimpulan berikut ini:

1. Hasil dari penelitian yang dilakukan dengan membandingkan metode markerless-based tracking teknik face tracker dengan mengadopsi deepface Algorithm pada 2D dan 3D dilakukan pengujian sebanyak 144 kali dimana pada AR 2D 72 kali percobaan dan pada AR 3D sebanyak 72 kali percobaan dari hasil perbandingan akurasi keberhasilan yang unggul yaitu berada pada jarak 50 cm; dengan tingkat akurasi untuk AR 2D 89,74% dan 3D 96,63%. Dengan parameter yang berpengaruh yaitu dengan jarak 50cm, sudut kemiringan wajah 30 derajat, dan intensitas cahaya 60, dan untuk Rata-rata dari tiga perbandingan jarak yaitu 50 cm, 100 cm, dan 150 cm maka didapatkan akurasi keberhasilan sebesar untuk AR 2D 71,65% dan AR 3D 85,5 % Maka dapat disimpulkan bahwa metode markerless-based tracking dengan Teknik face tracker bekerja maksimal di 3D di bandingkan 2D.

Penerapan metode markerless based tracker-teknik face tracking dengan mengadopsi deepface algorithm baik digunakan pada 3D karena Algoritma DeepFace lebih tahan terhadap perubahan kondisi pencahayaan dan bayangan. Dengan menggunakan informasi tiga dimensi, algoritma ini dapat memisahkan fitur-fitur wajah dari gangguan cahaya dan bayangan,

menjaga kualitas pelacakan. Algoritma ini juga mampu mengidentifikasi dan melacak fitur-fitur wajah yang lebih halus, seperti gerakan mata dan ekspresi wajah. Kemampuan ini berasal dari pemanfaatan informasi 3 dimensi itu sendiri, dan DeepFace dapat mengatasi perubahan sudut dan rotasi wajah dengan lebih baik. Informasi tiga dimensi memungkinkan algoritma untuk mengestimasi rotasi dan pergeseran secara lebih akurat, sehingga dapat melacak wajah dalam berbagai posisi dan sudut pandang.

2. Untuk metode pengukuran UEQ tanggapan dari responden terbilang positif, karena hal ini ditunjukkan pada data yang berhasil di kumpulkan sebanyak 20 responden, menunjukkan rata-rata nilai dalam setiap variabel yaitu daya tarik, kejelasan, efisiensi, ketepatan, stimulasi, dan kebaruan berada di angka diatas 0,8. dan apa bila dilihat dari benchmark dari keseluruhan variabel 5 nilai Good diantaranya pada variabel daya tarik memperoleh nilai 1,76, Efisiensi memperoleh nilai 1,67, ketepatan memperoleh nilai 1,50 dan stimulasi memperoleh 1,48, kebaruan memperoleh 1,30 dan nilai Above Average pada variabel kejelasan memperoleh 1,53,. Semua penilaian dalam kategori positif. sedangkan dari segi kualitas daya tarik, hedonis dan pragmatis. Kualitas daya tarik memperoleh nilai sebesar 1,76, kualitas pragmatis sebesar 1,57, dan kualitas hedonis sebesar 1,39. Seluruh variabel mendapatkan penilaian positif dengan kualitas daya tarik nilai tertinggi dan kualitas hedonis menjadi nilai terendah, tetapi semua masih dalam kategori positif. dalam hal ini dengan metode pengukuran UEQ pada analisis metode markerless-based tracking teknik face tracker dalam mendeteksi pergerakan

wajah manusia pada pembuatan filter 2D dan 3D mendapatkan evaluasi positif dari segi user experience dan kualitas dari AR face detection 2D dan 3D.

3. Faktor yang dibutuhkan dalam mendukung keberhasilan Teknik face tracker dengan Metode Markerless-based Tracker dalam pembuatan filter 2D dan 3D yaitu objek animasi 2D dan 3D akan terdeteksi dengan sempurna jika intensitas cahaya lebih tinggi, jarak wajah lebih dekat dengan kamera dan sudut kemiringan yang rendah

5.2. Saran

Dalam penelitian ini ada beberapa yang bisa digali lebih lanjut oleh penelitian selanjutnya, berikut saran yang dapat menjadi pertimbangan dalam penelitian selanjutnya.

1. Dalam penelitian ini animasinya hanya berfokus pada area wajah, untuk animasi 2D dan 3D, untuk pengembangan penelitian selanjutnya bisa di fokuskan di badan, tangan, kaki atau seluruh badan manusia, atau bisa juga di arahkan objek-objek yang bergerak seperti kendaraan dan lain-lain.
2. Dalam penelitian ini untuk menguji hanya menggunakan indikator pengujian intensitas cahaya, jarak, dan sudut kemiringan wajah untuk pengujian selanjutnya diharapkan bisa mengembangkan indikator pengujian untuk akurasi dengan indikator jarak, dan sudut kemiringan wajah, untuk sensitivitas dengan indikator intensitas cahaya dan waktu.

DAFTAR PUSTAKA

PUSTAKA BUKU

- Andi, L., Asrul, H., Madi, Baharuddin, Muhammad, A., & Darmawati. (2018). *Buku Metodologi*.
- Andre, K. P., Maryuni, & Ridwan, S. (2016). *Muda Membuat Game Augmented Reality (Ar) Dan Virtual Reality (Vr) Dengan Unity 3d* (K. Andre, Maryuni, & S. Ridwan, Eds.). Kompas Gramedia.
- Budi, A. (2015). *Augmented Reality* (B. Arifitama, Ed.). Andi.
- Fernando, M. (2013). *Android Augmented Reality* (M. Fernando, Ed.). Buku Ar Online.

PUSTAKA MAJALAH, JURNAL ILMIAH ATAU PROSIDING

- Aneja, D., & Li, W. (2019). *Real-Time Lip Sync For Live 2d Animation*.
[Http://Arxiv.Org/Abs/1910.08685](http://arxiv.org/abs/1910.08685)
- Arifitama, B., Syahputra, A., Bayu, K., & Bintoro, Y. (2022). Analisis Perbandingan Efektifitas Metode Marker Dan Markerless Tracking Pada Objek Augmented Reality. In *Jurnal Integrasi* | (Vol. 14, Issue 1).
- Aziz, Z. (2019). *Fluxus Animasi Dan Komunikasi Di Era Media Baru Digital*.
[Http://Journal.Uad.Ac.Id/Index.Php/Channel](http://journal.uad.ac.id/index.php/channel)
- Bagus, G., Baruna, B., Sekolah, A., & Desain Bali, T. (2020). Anime Dan Teknologi Animasi. In *Prosiding Seminar Nasional Desain Dan Arsitektur (Senada)* (Vol. 3). Online. [Http://Senada.Sti-Bali.Ac.Id](http://senada.sti-bali.ac.id)
- Budi, A. (2015). *Augmented Reality* (B. Arifitama, Ed.). Andi.

- Carpenter, J. P., Morrison, S. A., Craft, M., & Lee, M. (2020). How And Why Are Educators Using Instagram? *Teaching And Teacher Education*, 96. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103149>
- Chen, Y., Wang, Q., Chen, H., Song, X., Tang, H., & Tian, M. (2019). An Overview Of Augmented Reality Technology. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1237(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1237/2/022082>
- Diah, P. (2021). *Konsep Augmented Reality Dan Mobile Marketing Sebagai Usaha Pengembangan Parawisata Yogyakarta Di Era Pandemi Covid 19*.
- Farianto, W., Prasetyo, N. A., & Raharja, A. (2021). Augmented Reality Objek Bersejarah Museum Soesilo Soedarman Menggunakan Metode Marker Based Dan Markerless. In *Novian Adi Prasetyo* (Vol. 6, Issue 2).
- Fernando, M. (2013). *Android Augmented Reality* (M. Fernando, Ed.), Buku Ar Online.
- Ho, L. H., Sun, H., & Tsai, T. H. (2019). Research On 3d Painting In Virtual Reality To Improve Students' Motivation Of 3d Animation Learning. *Sustainability (Switzerland)*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/Su11061605>
- Masood, T., & Egger, J. (2021). Augmented Reality: Focusing On Photonics In Industry 4.0. In *Ieee Journal Of Selected Topics In Quantum Electronics* (Vol. 27, Issue 6). Institute Of Electrical And Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/Jstqe.2021.3093721>
- Moin, A., Kolli, L., Sistla, V., Krishna, V., & Kolli, K. (2021). *International Journal Of Computing And Digital Systems Planet Adventures: An Augmented Reality Game Using Facial Emotion Recognition*. <http://journals.uob.edu.bh>

- Nurhadi, & Mulyadi. (2018). *Rancang Bangun Aplikasi Augmented Reality Berbasis Face Tracking Untuk Mendeteksi Wajah Peserta Wisuda* (Vol. 13, Issue 1).
- Pratikno, H., Hariadi, M., Keahlian, B., Cerdas Multimedia, J., & Elektro, J. T. (2014). *Estimasi Pose Model 3d Dalam Lingkungan Augmented Reality Berbasis Titik Fitur Wajah Menggunakan Metode Posit*.
- Putra, D. K., Putra Aldya, A., Shofa, R. N., & Aldya, A. P. (2019). Analisis Performa Marker 2d Dan Marker 3d Pada Augmented Reality Korespondensi. *Scientific Articles Of Informatics Students*, 2(1), 60–68. <https://Publikasi.Unsil.Ac.Id/Index.Php/Sais>
- Putro, S., Kusriani, Kurniawan, M. P., & Kunci -Lapor Bantul, K. (2019). Penerapan Metode Ueq Dan Cooperative Evaluation Untuk Mengevaluasi User Experience Lapor Bantul Implementation Methods Of Ueq And Cooperative Evaluation To Evaluate User Experience Lapor Bantul. *Citee Journal*, 6(1).
- Ramadhan, W., Arifitama, B., & Permana, S. D. H. (2021). Mobile Augmented Reality For Furniture Visualization Using Simultaneous Localization And Mapping (Slam). *Iop Conference Series: Materials Science And Engineering*, 1098(6), 062008. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1098/6/062008>
- Sendari, S., Anggreani, D., Jiono, M., Nurhandayani, A., & Suardi, C. (2020). Augmented Reality Performance In Detecting Hardware Components Using Marker Based Tracking Method. *4th International Conference On Vocational Education And Training, Icovet 2020*, 175–179. <https://doi.org/10.1109/Icovet50258.2020.9229895>

- Taigman, Y., Marc', M. Y., Ranzato, A., & Wolf, L. (2014). *Deepface: Closing The Gap To Human-Level Performance In Face Verification*.
- Virgian, G., Putri, G., Syahputra, A., Dian, S., & Permana, H. (2020). The Implementation Of Augmented Reality Hairstyles At Beauty Salons Using The Viola-Jones Method (Case Study: Eka Salon). In *Jurnal Informatika Dan Sains* (E-Issn (Vol. 03, Issue 02).
- Widiyastuti, I. (2018). *Measuring Usability And User Experience Of The Marketplace Of Jog Japlaza.Id Using Ueq And Use Questionnaire Related Papers*.
- Yuhana, U. L., Hariadi, R. R., Mukramin, M., Fabroyir, H., & Arifiani, S. (2020). Auggo: Augmented Reality And Marker-Based Application For Learning Geometry In Elementary Schools. *Cenim 2020 - Proceeding: International Conference On Computer Engineering, Network, And Intelligent Multimedia 2020*, 116–120. <https://doi.org/10.1109/Cenim51130.2020.9298003>