

## IMPLEMENTASI *AUGMENTED REALITY* PADA MATERI PEMBELAJARAN FOTOSINTESIS MENGGUNAKAN METODE *KIRSCH* UNTUK DETEKSI *MARKER*

Vidy Ferdiansyah<sup>1</sup>, Tito Sugiharto<sup>2</sup>, Rio Priantama<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>*Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Kuningan*

Jl. Pramuka No.67, Purwawinangun, Kec. Kuningan, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat 45512

Email : [20190810003@uniku.ac.id](mailto:20190810003@uniku.ac.id)<sup>1</sup>, [tito@uniku.ac.id](mailto:tito@uniku.ac.id)<sup>2</sup>, [rio.priantama@uniku.ac.id](mailto:rio.priantama@uniku.ac.id)<sup>3</sup>

### Abstrak

Pembelajaran adalah proses interaksi antara guru dan peserta didik untuk suatu tujuan tertentu dalam suatu lingkungan belajar, sedangkan media pembelajaran adalah suatu bahan ajar yang digunakan oleh guru dengan peserta didik dalam melakukan proses pembelajaran. Namun dalam pembelajaran siswa kurang memahami materi yang disampaikan karena metode pembelajaran yang ada hanya terpaku pada buku yang membuat siswa cenderung bosan dan kurangnya pemahaman dalam materi yang disampaikan, dan media yang digunakan tidak memberikan gambaran secara langsung seperti visualisasi proses *fotosintesis* sehingga membuat rendahnya minat dan hasil belajar siswa, maka dibutuhkan adanya suatu inovasi yang memungkinkan pembelajaran *fotosintesis* ini lebih menarik dan mudah dipahami secara visual dan interaktif. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini untuk membangun aplikasi atau sistem pembelajaran yang menarik dan mudah dipahami dengan teknologi *Augmented Reality* untuk visualisasi *fotosintesis* dengan mengimplementasikan metode *kirsch* untuk deteksi *marker*. Pengembangan aplikasi ini menggunakan metode *IMSDD* (*Interactive Multimedia System Design and Development Cycle*) dan perancangan menggunakan *UML* (*Unified Modelling Language*). Berdasarkan hasil *UAT* (*User Acceptance Test*) bahwa Aplikasi *Augmented Reality* Pada Materi Pembelajaran *Fotosintesis* Menggunakan Metode *Kirsch* Untuk Deteksi *Marker* dapat diterima oleh *user* (pengguna) siswa kelas IX dengan mendapatkan nilai presentasi secara keseluruhan sebesar 88,86%.

**Kata Kunci :** *SLB, Pelita Insan, IMSDD, UML, Augmented Reality, Kirsch, Fotosintesis*

### Abstract

*Learning involves the dynamic interaction between educators and students within a specific learning environment, with learning media referring to instructional materials used in the process. However, traditional methods relying on static textbooks often lead to student disengagement and hinder comprehension, particularly in subjects like photosynthesis where visualizations are crucial. To address these challenges, this research aims to develop an Augmented Reality (AR) application for photosynthesis learning, implementing the Kirsch method for marker detection. Following the Interactive Multimedia System Design and Development Cycle (IMSDD) and utilizing the Unified Modeling Language (UML) for design, the application underwent a User Acceptance Test (UAT). Results revealed a favorable reception among Class IX students, with an impressive overall presentation value of 88.86%. This underscores the application's effectiveness in enhancing engagement and understanding for the targeted users.*

**Keywords:** *SLB, IMSDD, UML, Augmented Reality, Kirsch, Photosynthesis*

## 1. PENDAHULUAN

Pembelajaran adalah suatu proses yang mengandung serangkaian perbuatan guru dan peserta didik atas dasar hubungan timbal balik yang berlangsung dalam situasi edukatif untuk mencapai tujuan tertentu [1]. Dalam Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional pasal 1 ayat 20 dinyatakan bahwa pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Sedangkan media pembelajaran adalah sarana Pendidikan yang dapat digunakan untuk membantu proses belajar mengajar, serta menumbuhkan motivasi belajar peserta didik, dan segala sesuatu yang digunakan baik benda maupun lingkungan yang berada disekitar peserta didik yang dapat dimanfaatkan pelajar dalam proses pembelajaran [2]. Berdasarkan pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa pembelajaran adalah proses interaksi antara guru dan peserta didik untuk suatu tujuan tertentu dalam suatu lingkungan belajar, sedangkan media pembelajaran adalah suatu bahan ajar yang digunakan oleh guru dengan peserta didik dalam melakukan proses pembelajaran. Dalam hal ini yang akan dibahas yaitu tentang pembelajaran di SLB yang itu akan sangat berbeda dengan pembelajaran di sekolah pada umumnya karena metode pembelajaran yang digunakan harus lebih mudah dimengerti agar siswa lebih bisa memahami materi yang disampaikan

Pada dasarnya semua makhluk hidup membutuhkan makanan seperti manusia dan hewan yang membutuhkan makanan dari tumbuhan. Tetapi jika kita perhatikan tumbuhan seperti tidak membutuhkan makanan dan tidak melakukan hal apapun. Namun apabila kita perhatikan tumbuhan itu bekerja membuat makanan, dimana proses ini dinamakan dengan fotosintesis.

Proses fotosintesis merupakan salah satu materi yang terdapat pada pelajaran IPA di Sekolah Luar Biasa kelas IX SMP. Materi tersebut terdapat di dalam bab tumbuhan. Setelah mempelajari bab ini, siswa diharapkan mampu mengidentifikasi cara tumbuhan hijau membuat makanan secara dasar dan agar siswa dapat memahami materi tersebut guru biasanya menjelaskan dengan menggunakan media pembelajaran seperti buku, gambar dan video. Namun dalam hal ini kurang adanya minat siswa dan hasil yang memuaskan, karena media pembelajaran yang ada menuntut siswa cenderung berfikir tanpa adanya gambaran secara langsung seperti visualisasi dari proses fotosintesis ini.

Pembelajaran menggunakan metode visualisasi multimedia interaktif terbukti efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik terhadap materi 12 dasar animasi sehingga terdapat peningkatan nilai peserta didik sebelum dan sesudah penggunaan multimedia interaktif. Selain mampu meningkatkan hasil belajar, multimedia interaktif ini bisa meningkatkan motivasi siswa dalam belajar, dilihat dari respon siswa terhadap media [3]. Hasil itu menunjukkan bahwa visualisasi dalam media interaktif yang dikembangkan terbukti efektif digunakan dalam pembelajaran, karena dengan adanya visualisasi ini akan menjadikan suatu konsep materi dapat dilihat oleh indera penglihatan secara nyata. Kegiatan belajar dengan menggunakan media visual seperti ini sesuai dengan karakteristik anak usia SMP di SLB yang secara umum masih berada pada tahap pembelajaran yang harus lebih diperhatikan karena akan sangat berbeda untuk penyampaian materi di sekolah pada umumnya. Dengan demikian penggunaan media visual dalam pembelajaran IPA merupakan solusi yang tepat untuk meningkatkan minat dan hasil belajar sains siswa.

Augmented Reality adalah teknologi yang dapat menggabungkan dunia nyata dengan dunia maya dalam bentuk 3D serta bersifat interaktif menurut waktu nyata (real time) [4]. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Augmented Reality atau AR adalah teknologi yang memungkinkan pengguna melihat objek maya 2D atau 3D yang diproyeksikan terhadap dunia nyata, dan dalam Augmented Reality ini bisa membuat sesuatu yang tidak ada menjadi bisa dilihat secara langsung oleh kita dengan bantuan seperti perangkat mobile. Sedangkan metode kirsch adalah salah satu algoritma yang digunakan dalam mendeteksi tepi pada saat proses pengolahan citra. Dari histogram hasil pengujian dalam identifikasi deteksi antara metode sobel dan metode kirsch terlihat metode kirsch lebih baik dibandingkan dengan sobel [5]. Berdasarkan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode kirsch memperoleh hasil yang baik untuk deteksi tepi yang nantinya akan dihubungkan dengan teknologi Augmented Reality sebagai visualisasi dari materi pembelajaran fotosintesis.

Untuk itulah penelitian kali ini berjudul **“Implementasi Augmented Reality Pada Materi Pembelajaran Fotosintesis Menggunakan Metode Kirsch Untuk Deteksi Marker (Studi Kasus : SLB PELITA INSAN)”**.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Metode Pengumpulan data

Dalam penelitian ini terdapat metode pengumpulan data sebagai berikut:

#### 1. Observasi

Melakukan pengumpulan data dengan cara pengamatan secara langsung terhadap peristiwa yang terjadi pada objek penelitian.

#### 2. Wawancara

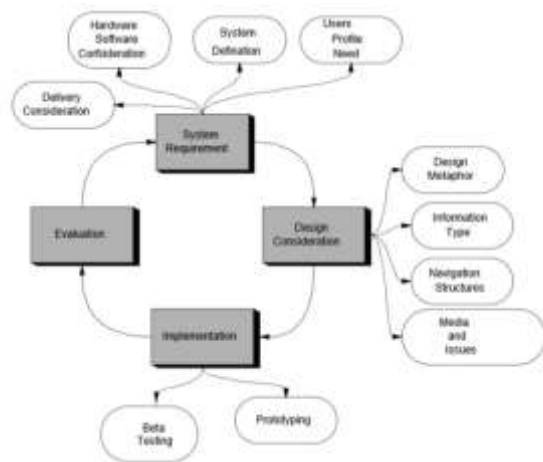
Melakukan wawancara terhadap pihak yang terkait untuk mendapatkan informasi data yang dibutuhkan.

#### 3. Studi Pustaka

Metode untuk melakukan pengumpulan data serta informasi dengan cara membaca buku-buku referensi, jurnal, penelitian sejenis dan situs internet yang berkaitan dengan pembahasan dalam masalah ini.

### 2.2. Metode Pengembangan Sistem

Adapun metode pengembangan sistem menggunakan metode pengembangan sistem IMSDD (Interactive Multimedia System Design and Development Cycle).



**Gambar 2.1** IMSDD (*Interactive Multimedia System Design and Development Cycle*) [7].

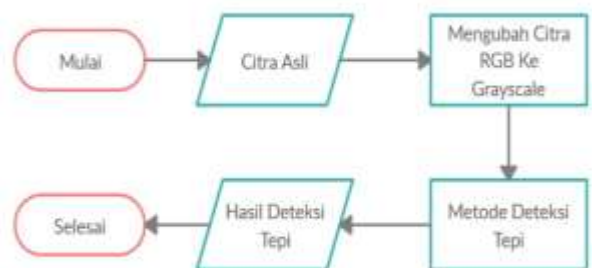
IMSDD dapat dibagi menjadi beberapa tahapan, berikut adalah penjelasan untuk setiap tahapannya :

1. Analisis Kebutuhan Sistem Beberapa fungsi tahapan ini adalah System Definition, User's profile and needs, System Definition, Hardware and Software Consideration, Delivery Consideration.

2. Pertimbangan Desain Langkah ini mencakup Design Metaphor, Information Type, Navigation Structures, Media and Issues.
3. Implementasi Tahap implementasi terdiri atas membuat prototipe dari sistem dan melakukan beta test terhadap prototype.
4. Evaluasi Pada tahapan ini sistem dievaluasi terhadap tujuan sebelumnya.

### 2.3. Metode Penyelesaian Masalah

Metode kirsch adalah salah satu algoritma yang digunakan dalam mendeteksi tepi pada saat proses pengolahan citra. Untuk metode pengembangan sistem dalam perancangan aplikasi ini saya merancang tahapan implementasinya seperti pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Flowchart Metode Kirsch [6].

Flowchart diatas merupakan alur dalam proses deteksi tepi dengan menggunakan metode kirsch sebagai berikut :

1. Menginput citra asli yaitu adalah proses dimana kita akan memasukan gambar yang akan di deteksi tepi.
2. Gambar asli yang sebelumnya diinput lalu dilakukan perubahan ke grayscale atau warna abu-abu, hitam dan putih.
3. Selanjutnya dilakukan deteksi tepi metode kirsch dengan 8 buah kernel 3x3.
4. Setelah dilakukan deteksi tepi maka diperoleh hasil dari deteksi tepi menggunakan metode kirsch. Metode Kirsch sering disebut juga operator kompas karena melakukan pendeteksian tepi pada 8 arah mata angin di setiap kelipatan sudut 45°. Operator ini merupakan metode pendeteksian tepi nonlinier dengan tujuan untuk menemukan tepi maksimum dalam semua arah yang terdeteksi.

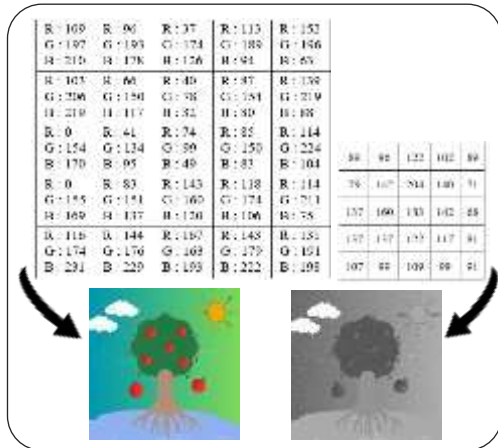
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun hasil dan pembahasan dari penelitian adalah :

### 3.1 Penerapan Metode Kirsch

#### 3.1.1 Mengubah Citra Asli

Pengambilan data desimal citra Asli, Grayscale dan BW 5x5 pixel dilakukan dengan aplikasi photoshop seperti terlihat pada Gambar 3.1 dan 3.2.

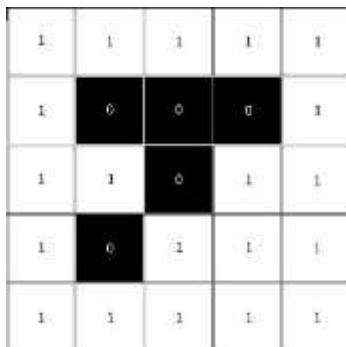


Gambar 3.1 Data Desimal Citra Asli dan Grayscale



Gambar 3.2 Size 5x5

Tahap pertama yaitu melakukan perubahan untuk citra asli yang di ubah ke citra grayscale lalu mengubahnya kedalam bentuk citra BW 5x5 pixel seperti gambaran diatas. Dan berikut nilai desimal citra BW yang dihasilkan seperti terlihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Citra BW (hitam-putih) 5x5 pixel

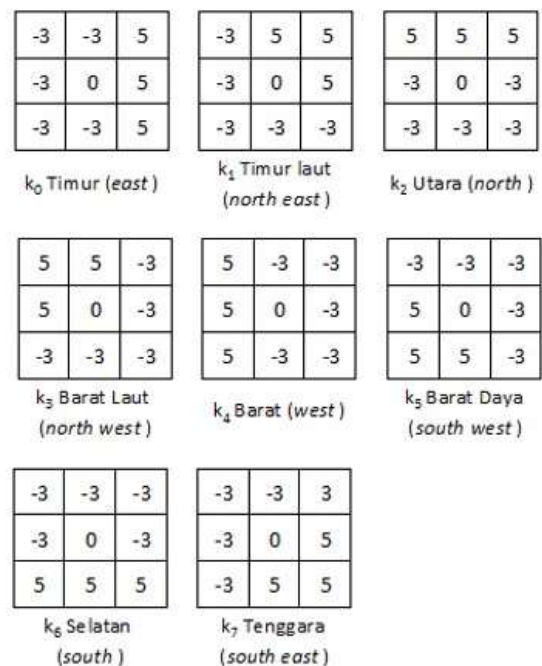
#### 3.1.2 Deteksi Tepi Kirsch

Selanjutnya melakukan konvolusi dari delapan arah mata angin dengan menghitung  $f(x,y)$  yang merupakan nilai citra BW pada gambar 3.3 dan  $g(x,y)$  yang merupakan kernel dari tiap arah mata angin. Konvolusi dilakukan mulai dari kernel Timur hingga kernel terakhir yaitu Tenggara sesuai arah mata angin seperti pada Gambar 3.4 berikut :



Gambar 3.4 Arah Mata Angin Untuk Kernel kirsch.

Metode Kirsch merupakan operator yang menggunakan 8 buah kernel 3x3. Kedelapan buah kernel tersebut mewakili setiap arah mata angin, dengan  $k_0$  sampai  $k_7$  dihitung menggunakan kernel yang ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Operator Kirsch [5].

Kernel Kirsch Timur

$$g(x,y) = \begin{bmatrix} 3 & 3 & 5 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & -3 & 5 \end{bmatrix}$$

$k_0$  Timur (east)

Melakukan konvolusi dengan Kernel Kirsch Timur dengan menggunakan  $f(x,y)$  ukuran 3 x 3, dimulai dari pojok kiri atas kemudian hitung konvolusinya dengan  $g(x,y)$ .

Hasil konvolusinya adalah :

$$\begin{aligned}
 &(-3 \times 1) + (-3 \times 1) + (5 \times 1) + (-3 \times 1) + (0 \times 0) + (5 \\
 &\times 0) + (-3 \times 1) + (-3 \times 1) + (5 \times 0) = -10 (-3 \times 1) + (-3 \\
 &\times 1) + (5 \times 1) + (-3 \times 0) + (0 \times 0) + (5 \times 0) + (-3 \times 1) \\
 &+ (-3 \times 0) + (5 \times 1) = 1 (-3 \times 1) + (-3 \times 1) + (5 \times 1) \\
 &+ (-3 \times 0) + (0 \times 0) + (5 \times 1) + (-3 \times 0) + (-3 \times 1) + \\
 &(5 \times 1) = 6 (-3 \times 1) + (-3 \times 0) + (5 \times 0) + (-3 \times 1) + \\
 &(0 \times 1) + (5 \times 0) + (-3 \times 1) + (-3 \times 0) + (5 \times 1) = -4 \\
 &(-3 \times 0) + (-3 \times 0) + (5 \times 0) + (-3 \times 1) + (0 \times 0) + (5 \\
 &\times 1) + (-3 \times 0) + (-3 \times 1) + (5 \times 1) = 4 (-3 \times 0) + (-3 \\
 &\times 0) + (5 \times 1) + (-3 \times 0) + (0 \times 1) + (5 \times 1) + (-3 \times 1) \\
 &+ (-3 \times 1) + (5 \times 1) = 9 (-3 \times 1) + (-3 \times 1) + (5 \times 0) \\
 &+ (-3 \times 1) + (0 \times 0) + (5 \times 1) + (-3 \times 1) + (-3 \times 1) + \\
 &(5 \times 1) = -5 (-3 \times 1) + (-3 \times 0) + (5 \times 1) + (-3 \times 0) + \\
 &(0 \times 1) + (5 \times 1) + (-3 \times 1) + (-3 \times 1) + (5 \times 1) = 6 \\
 &(-3 \times 0) + (-3 \times 1) + (5 \times 1) + (-3 \times 1) + (0 \times 1) + (5 \\
 &\times 1) + (-3 \times 1) + (-3 \times 1) + (5 \times 1) = 3
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama perhitungan dilakukan terus hingga  $f(x,y)$  ukuran  $3 \times 3$  sampai pada ujung paling kanan pojok bawah pada kernel kirsch. Cara ini dilakukan sampai dengan kernel  $k7$  yaitu Tenggara. Setelah menghitung konvolusi dengan seluruh kernel, maka kita dapat mengetahui hasil dari masing-masing konvolusi dari delapan arah mata angin untuk mendeteksi marker dengan menggunakan metode kirsch. Hasil konvolusi digunakan untuk menghitung gradien citra yang dilakukan dengan menggabungkan hasil dari filter Kirsch sesuai dengan rumus berikut: Gradien\_Total =  $\sqrt{(\text{Gradien}_T^2) + (\text{Gradien}_{TL}^2) + (\text{Gradien}_U^2) + (\text{Gradien}_{BL}^2) + (\text{Gradien}_B^2) + (\text{Gradien}_{BD}^2) + (\text{Gradien}_S^2) + (\text{Gradien}_{TG}^2)}$ .

Nilai gradien yang tinggi menunjukkan adanya perubahan tajam dalam citra, yang sering kali merupakan indikasi adanya tepi atau kontur.

Untuk mengidentifikasi tepi atau kontur dengan lebih jelas, seringkali digunakan ambang batas. Nilai ambang batas kirsch akan disesuaikan dengan karakteristik citra yang sedang dianalisis. Nilai gradien yang melebihi ambang batas tertentu dianggap sebagai tepi atau kontur, sedangkan yang di bawahnya dianggap sebagai latar belakang.

Jika tepi atau kontur telah terdeteksi maka objek akan terlihat.

### 3.2 Implementasi dan Pengujian

#### 3.2.1 Implementasi Antarmuka

Tahapan ini dilakukan pengimplementasian hasil perancangan antarmuka kedalam aplikasi yang dibangun menggunakan perangkat lunak. Berikut ini

beberapa tampilan antarmuka (Interface) yang telah diimplementasikan.

#### 1. Menu Utama



Gambar 3.1 Menu Utama

#### 2. Materi



Gambar 3.2 Menu Materi

#### 3. Scan AR



Gambar 3.3 Menu Scan AR

#### 4. Tutorial



Gambar 3.4 Menu Tutorial

#### 5. Tentang



Gambar 3.5 Menu Tentang

#### 6. Download Marker



**Gambar 3.6** Menu *Download Marker*

7. Keluar



**Gambar 3.7** Menu Keluar

**3.2.2 Pengujian Jarak**

Program diuji dengan jarak antara kamera dan *marker* untuk mengetahui seberapa jauh jarak yang bisa digunakan untuk memindai objek gambar/*marker*. Hasil Pengujian sebagai berikut :

1. Pengujian Jarak 15 cm

Pengujian pertama dilakukan dengan jarak 15 cm. Hasilnya objek terdeteksi namun kurang terlihat karena jarak antara *marker* dan kamera terlalu dekat. Seperti terlihat pada Gambar 3.8.



**Gambar 3.8** Pengujian Jarak 15 cm

2. Pengujian Jarak 20 cm

Pengujian kedua dilakukan dengan jarak 20 cm. Hasilnya objek terdeteksi dan ditampilkan namun hanya sebagian karena objek *fotosintesis* yang dibuat lumayan besar. Seperti terlihat pada Gambar 3.9.



**Gambar 3.9** Pengujian Jarak 20 cm

3. Pengujian Jarak 25 cm

Pengujian ketiga dilakukan dengan jarak 25 cm. Hasilnya objek terdeteksi dan menampilkan objek 3D. Seperti terlihat pada Gambar 3.10.



**Gambar 3.10** Pengujian Jarak 25 cm

4. Pengujian Jarak 30 cm

Pengujian keempat dilakukan dengan jarak 30 cm. Hasilnya objek terdeteksi dan menampilkan objek 3D. Seperti terlihat pada Gambar 3.11.



**Gambar 3.11** Pengujian Jarak 30 cm

5. Pengujian Jarak 35 cm

Pengujian kelima dilakukan dengan jarak 35 cm. Hasilnya objek terdeteksi dan menampilkan objek 3D. Seperti terlihat pada Gambar 3.12.



**Gambar 3.12** Pengujian Jarak 35 cm

Hasil pengujian jarak yang dilakukan dengan jarak 15-35 cm antara kamera dengan marker dan dapat disimpulkan bahwa dengan jarak terdekat maka objek kurang terlihat dikarenakan jarak kamera yang terlalu dekat dengan marker sehingga objek 3D tidak ditampilkan sepenuhnya. Pengujian dengan jarak jauh yang dilakukan dengan jarak 35 cm objek 3D masih dapat ditampilkan seperti hasil pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Pengujian Jarak Marker**

No	Skenario Pengujian	Jarak Yang Diuji	Hasil Yang Didapat	Hasil Pengujian
1	Jarak	15 cm	Marker menampilkan Objek	Tidak Valid
2		20 cm	Marker menampilkan Objek	Valid
3		25 cm	Marker menampilkan Objek	Valid
4		30 cm	Marker menampilkan Objek	Valid
5		35 cm	Marker menampilkan Objek	Valid

### 3.2.3 Pengujian Intensitas Cahaya

Pengujian intensitas cahaya dilakukan di luar dan di dalam ruangan dengan intensitas cahaya yang berbeda – beda untuk mengetahui apakah aplikasi ini dapat menampilkan objek 3D pada sumber cahaya yang berbeda – beda.

#### 1. Pengujian Siang Hari

Pengujian siang hari dilakukan di dalam dan di luar ruangan.

##### a) Pengujian Siang Hari Diluar Ruangan

Hasilnya yaitu objek terdeteksi dan menampilkan objek 3D. Seperti terlihat pada Gambar 3.13.



**Gambar 3.13** Pengujian Siang Hari Diluar Ruangan

##### b) Pengujian Siang Hari Di Dalam Ruangan

Hasilnya yaitu objek terdeteksi dan menampilkan objek 3D. Seperti terlihat pada Gambar 3.14.



**Gambar 3.14** Pengujian Siang Hari Didalam Ruangan

#### 2. Pengujian Di Malam Hari

Pengujian malam hari dilakukan di dalam dan di luar ruangan.

##### a) Pengujian Malam Hari Dengan Cahaya Lampu

Hasilnya yaitu objek terdeteksi dan menampilkan objek 3D. Seperti terlihat pada Gambar 3.15.



**Gambar 3.15** Pengujian Malam Hari Dengan Cahaya lampu

##### b) Pengujian Malam Hari Dengan Cahaya Redup

Hasilnya yaitu objek terdeteksi dan menampilkan objek 3D. Seperti terlihat pada Gambar 4.16.



**Gambar 4.16** Pengujian Malam Hari Dengan Cahaya Redup

##### c) Pengujian Malam Hari Di Dalam Ruangan Tanpa Cahaya

Hasilnya yaitu menampilkan notifikasi *Marker Tidak Ditemukan*. Seperti terlihat pada Gambar 4.17.



**Gambar 4.17** Pengujian Malam Hari Didalam Ruangan Tanpa Cahaya

Berdasarkan hasil dari pengujian intensitas cahaya yang berbeda – beda seperti terlihat pada Tabel 3.2, dapat disimpulkan bahwa aplikasi bisa mendeteksi marker dan menampilkan objek 3D jika ada cahaya.

**Tabel 3.2** Pengujian Intensitas Cahaya

No	Skenario Pengujian	Jarak Yang Diuji	Hasil Yang Didapat	Hasil Pengujian
1	Siang Hari	Di luar ruangan	Marker menampilkan Objek	Valid
2		Di dalam ruangan	Marker menampilkan Objek	Valid
3	Malam Hari	Dengan cahaya lampu	Marker menampilkan Objek	Valid
4		Dengan cahaya redup	Marker menampilkan Objek	Valid
5		Tanpa cahaya	Menampilkan Marker Tidak	Valid

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang berjudul “Implementasi Augmented Reality Pada Materi Pembelajaran Fotosintesis Menggunakan Metode Kirsch Untuk Deteksi Marker”, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil pengujian Black Box dan White Box bahwa aplikasi Augmented Reality ini dapat berjalan pada platform android dengan menerapkan metode kirsch untuk deteksi marker.
2. Aplikasi ini telah dapat responden yang cukup baik melalui pengujian User Acceptance Test (UAT) dengan nilai presentasi 88,86%. Dengan adanya aplikasi ini dapat menjadikannya sebagai media pembelajaran siswa yang lebih interaktif dalam memahami materi fotosintesis.
3. Dari hasil pengujian jarak dan pengujian intensitas cahaya yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan jarak terdekat maka objek tidak terdeteksi dikarenakan jarak kamera yang terlalu dekat dengan marker sehingga objek 3D tidak ditampilkan, aplikasi ini juga bisa mendeteksi marker dan menampilkan objek 3D jika adanya cahaya.

#### 5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka, diperlukan pengembangan dan penyempurnaan lebih lanjut agar aplikasi ini dapat tampil secara maksimal. Beberapa pengembangan yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Aplikasi ini diharapkan dapat dikembangkan kembali dengan algoritma yang dapat menampilkan objek 3D dengan Markerless.

2. Aplikasi ini diharapkan dapat dikembangkan kembali dengan menggunakan objek 3D yang lebih banyak seperti fotosintesis untuk berbagai jenis tumbuhan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat selesai tepat pada waktunya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Junaedi, “Proses pembelajaran yang efektif,” *J. Inf. Syst. Applied, Manag. Account. Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 19–25, 2019.
- [2] M. M. Moto, “Indonesian Journal of Primary Education Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran dalam Dunia Pendidikan,” *Indones. J. Prim. Educ.*, vol. 3, no. 1, pp. 20–28, 2019.
- [3] A. History, “MULTIMEDIA INTERAKTIF SEBAGAI MEDIA VISUALISASI DASAR-DASAR ANIMASI,” vol. 2, no. 3, pp. 224–229, 2019.
- [4] Aditya Fajar Ramadhan, Ade Dwi Putra, and Ade Surahman, “Aplikasi Pengenalan Perangkat Keras Komputer Berbasis Android Menggunakan augmented Reality (Ar),” *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 24–31, 2021, [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTSI>
- [5] E. L. Utari, R. D. Ngaisyah, and H. Surbakti, “Sistem Identifikasi Citra Janin Terhadap Asupan Gizi Ibu Hamil Dengan Menggunakan Metode Sobel Dan Kirsch,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 448–461, 2021, doi: 10.24176/simet.v11i2.5709.
- [6] I. Riadi and W. Y. Sulisty, “Analisis Perbandingan Nilai Kualitas Citra pada Metode Deteksi Tepi ANALISIS DETEKSI KEASLIAN CITRA MENGGUNAKAN TEKNIK ERROR LEVEL ANALYSIS DENGAN FORENSICALLYBETA View project,” no. March, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.iaii.or.id>
- [7] T. I. J. Kusumawati, “Volumetry Reality Augmented Reality Application with Android



Based Marker Based Tracking Method,” CESS  
(Journal Comput. Eng. Syst. Sci., vol. 7, no. 2, p.  
407, 2022, doi: 10.24114/cess.v7i2.35248.