

Implementasi *Augmented Reality* Untuk Pembelajaran Siklus Air Menggunakan Metode *Kirsch*

Riki Yanto¹⁾, Tito Sugiharto²⁾, Rio Priantama³⁾

^{1,2)} Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Kuningan

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

Email : 20190180056@uniku.ac.id¹⁾, tito.sugiharto@uniku.ac.id²⁾, rio.priantama@uniku.ac.id³⁾

Abstrak

Belajar adalah kegiatan yang dilakukan oleh seseorang agar memiliki kompetensi berupa keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan. Belajar juga dapat dipandang sebagai sebuah proses perubahan tingkah laku atau penampilan, dengan serangkaian kegiatan misalnya dengan membaca, mengamati, mendengarkan dan meniru. Namun dalam pembelajaran khususnya tentang siklus air terdapat kendala yaitu siswa kesulitan dalam memahami materi pelajaran yang disampaikan karena kurangnya visualisasi yang jelas. Media pembelajaran yang hanya dilakukan melalui buku, tidak mampu menunjukkan perubahan kondisi secara *real-time* terhadap proses siklus air yang melibatkan proses yang cukup *kompleks*. Oleh karena itu media pembelajaran yang lebih interaktif dibutuhkan supaya siswa bisa lebih mudah untuk memahami materi pelajaran khususnya tentang proses siklus air. Salah satu media pembelajaran interaktif yang cocok untuk masalah ini adalah dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* dan menggunakan metode *kirsch* untuk membantu mendeteksi marker. Pengembangan aplikasi ini menggunakan metode RUP (Rational Unified Process) dan perancangan menggunakan UML (Unified Modelling Language). Berdasarkan hasil UAT bahwa Aplikasi *Augmented Reality* Pada Pembelajaran Siklus Air menggunakan metode *kirsch* dapat digunakan sebagai media untuk membantu belajar siswa kelas v dengan nilai persentase sebesar 87%.

Kata Kunci : *Augmented Reality, Kirsch, RUP, Siklus Air, UML*

Abstract

Learning involves acquiring skills and knowledge through activities like reading and observing. Learning can also be seen as a process of changing behavior or appearance, with a series of activities such as reading, observing, listening and imitating. However, students often struggle with understanding the water cycle due to poor visualization in traditional book-based learning. Therefore, more interactive learning media is needed so that students can more easily understand the subject matter, especially about the process of the water cycle. One interactive learning medium that is suitable for this problem is to utilize Augmented Reality technology and use the kirsch method to help detect markers. An AR application, developed using the Rational Unified Process (RUP) methodology and designed with Unified Modelling Language (UML), employs the Kirsch method for marker detection. User Acceptance Testing shows this AR application is effective, with an 87% approval rate from grade V students.

Keywords: *Augmented Reality, Kirsch, RUP, Water Cycle, UML*

1. PENDAHULUAN

Belajar adalah kegiatan yang dilakukan oleh seseorang agar memiliki kompetensi berupa keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan.

Belajar juga dapat dipandang sebagai sebuah proses perubahan tingkah laku atau penampilan, dengan serangkaian kegiatan misalnya dengan membaca, mengamati, mendengarkan dan meniru [1].

Sedangkan Pembelajaran adalah proses interaksi antara peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar (UU No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional) [2].

Salah satu topik pembelajaran di tingkat SD adalah tentang lingkungan hidup. Menurut Undang-Undang RI No. 4 tahun 1982, tentang Ketentuan – ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Undang – Undang RI No. 32 Tahun 2009, tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, dikatakan bahwa:

Lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain [3].

Salah satu materi dalam pelajaran IPA di Sekolah Dasar kelas 5 adalah proses siklus air, yang terletak di Subtema Manusia dan Lingkungan. Setelah siswa mempelajari bab ini, diharapkan mereka dapat menjelaskan ulang bagaimana proses siklus air terjadi, dan guru biasanya memulai pelajaran dengan menggunakan media pembelajaran seperti buku dan gambar.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kelas 5 yaitu ibu Yeyen Suryani S.Pd.SD, salah satu kendala dalam pembelajaran khususnya tentang siklus air yaitu kesulitan siswa dalam memahami materi pelajaran yang disampaikan karena kurangnya visualisasi yang jelas. Media pembelajaran yang hanya dilakukan melalui buku, tidak mampu menunjukkan perubahan kondisi secara *real-time* terhadap proses siklus air yang melibatkan proses yang cukup *kompleks* dan saling berhibungan seperti evaporasi, kondensasi, presipitasi, dan infiltrasi.

Oleh karena itu media pembelajaran yang lebih interaktif dibutuhkan supaya siswa bisa lebih mudah untuk memahami materi pelajaran khususnya tentang proses siklus air. Salah satu media pembelajaran interaktif yang cocok untuk masalah ini adalah dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality*. Terlebih lagi dengan teknologi yang sangat maju di zaman sekarang, tidak hanya orang dewasa, anak-anak juga sudah menggunakan *handphone* dalam kegiatannya sehari-harinya, namun kebanyakan dari mereka menggunakan *handphone* hanya untuk bermain game, oleh karena itu peneliti membuat aplikasi pembelajaran siklus air, setidaknya ada aplikasi yang digunakan untuk belajar selain hanya untuk bermain game.

AR (*Augmented Reality*) adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda – benda maya tersebut dalam waktu nyata [4]. Teknologi AR dapat membantu dalam proses belajar mengajar. Peranan seorang pengajar tidak bisa digantikan untuk membimbing peserta didik, tetapi dengan adanya teknologi AR dapat membantu pengajar untuk memaksimalkan materi pelajaran yang disampaikan [5]. AR sangat bermanfaat dalam

meningkatkan proses belajar serta minat peserta didik dalam belajar karena dalam AR sendiri memiliki aspek-aspek hiburan yang dapat meningkatkan minat peserta didik dalam belajar dan bermain serta memproyeksikannya secara nyata dan melibatkan interaksi seluruh panca indera peserta didik dengan teknologi AR ini [6].

Salah satu syarat untuk membangun sebuah aplikasi *Augmented Reality* yaitu membutuhkan sebuah marker yang nantinya memungkinkan kamera akan menampilkan objek 3D. Metode *kirsch* adalah salah satu operator yang digunakan dalam mendeteksi tepi pada saat proses pengolahan citra. Deteksi tepi sendiri memiliki beberapa metode, dalam penelitian ini digunakan metode *kirsch* karena memiliki kinerja paling baik untuk mendeteksi tepi dibandingkan dengan metode robinson, sobel dan prewitt [7].

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “**Implementasi *Augmented Reality* Untuk Pembelajaran Siklus Air Menggunakan Metode *Kirsch*.**”

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini terdapat metode pengumpulan data sebagai berikut:

1. Observasi

Yaitu teknik pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan secara langsung pada saat proses belajar siswa di SDN 1 Cimaranten guna mendapatkan informasi yang akurat.

2. Wawancara

Metode wawancara yaitu teknik pengumpulan data dengan cara melakukan tanya-jawab secara langsung dengan ibu Yeyen selaku guru kelas 5 di SDN 1 Cimaranten untuk mendapatkan informasi

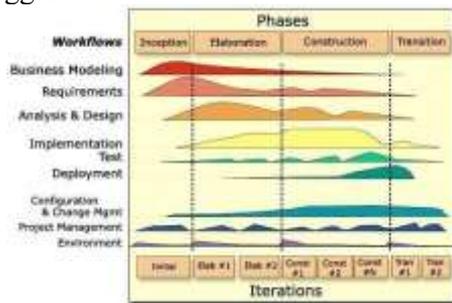
tentang proses belajar siswa yang sedang berjalan.

3. Studi Pustaka

Melakukan pengumpulan data serta informasi dengan cara membaca buku-buku referensi, jurnal, penelitian sejenis yang berkaitan dengan pembelajaran menggunakan teknologi *Augmented Reality*.

2.2. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode RUP (*Rational Unified Process*). Metode RUP merupakan suatu kerangka kerja pengembangan perangkat lunak yang menyediakan pendekatan sistematis untuk mengelola proyek dan memandu proses pengembangan perangkat lunak dari konsepsi hingga implementasi. RUP bersifat iteratif dan terstruktur, dengan fokus pada use-case dan manajemen risiko. Metode RUP juga mengutamakan kepuasan pengguna sehingga lebih sering melakukan interaksi dengan pengguna.



Gambar 2.1 Tahapan RUP (*Rational Unified Process*) [8]

RUP memiliki 4 tahap fase yang dapat dilakukan pula secara iteratif. Berikut adalah penjelasan untuk setiap fase RUP :

1. *Inception* (Pemulaan)

Tahap ini lebih pada memodelkan proses bisnis yang dibutuhkan dan mendefinisikan kebutuhan sistem yang akan dibuat. Adapun permasalahan yang dihadapi adalah media pembelajaran yang dilakukan melalui buku kurang menarik dan interaktif, yang mana itu tidak cukup memberikan pemahaman tentang konsep siklus air yang melibatkan proses kompleks dan saling berhibungan seperti evaporasi, kondensasi, presipitasi, dan infiltrasi.

Pada tahap ini peneliti lebih memodelkan proses bisnis yang dibutuhkan (*business modelling*) dan mendefinisikan kebutuhan

system yang akan dibuat (*requirements*). Dalam hal ini peneliti melakukan pengumpulan data dengan cara melakukan observasi bagaimana proses pembelajaran yang dilakukan di SDN 1 Cimaranten serta melakukan wawancara Bersama Ibu Yeyen terkait permasalahan apa yang sedang di hadapi ketika melakukan pembelajaran. Data tersebut kemudian dianalisis sebagai pemenuhan kebutuhan untuk melakukan perancangan sistem yang akan dibuat.

2. *Elaboration* (Perluasan/Perencanaan)

Pada tahapan *Elaboration* ini peneliti melakukan desain secara lengkap berdasarkan hasil analisis di tahap *inception*. Aktivitas yang dilakukan pada tahap ini antara lain mencakup pembuatan desain arsitektur subsistem (*architecture pattern*), desain komponen sistem, desain format data (protokol komunikasi), desain antarmuka/tampilan, penentuan *design pattern* yang digunakan, pemodelan diagram UML (*Unified Modelling Language*) dan pembuatan dokumentasi.

3. *Construction* (Kontraksi)

Tahap ini lebih fokus pada implementasi dan pengujian yang fokus pada implementasi perangkat lunak. Pada tahap ini peneliti menggunakan pengujian *Blacbox* dan *Whitebox*.

4. *Transition* (Transisi)

Tahap dimana peneliti melakukan *deployment* atau Instalasi sistem agar dapat dimengerti oleh *user*. Persiapkan aplikasi untuk digunakan, dan sosialisasi di lingkungan pembelajaran.

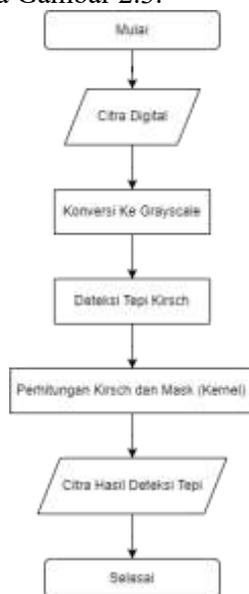
2.3. Metode Penyelesaian Masalah

Metode Kirsch sering disebut juga operator kompas karena melakukan pendeteksian tepi pada 8 arah mata angin disetiap kelipatan sudut 45°. Operator ini merupakan metode pendeteksian tepi nonlinier dengan tujuan untuk menemukan tepi maksimum dalam semua arah yang terdeteksi [9]. Deteksi tepi operator Kirsch diperkenalkan oleh Kirsch pada tahun 1971. Operator ini identik dengan bentuk matriks 3x3 atau jendela 3x3 piksel, dengan k0 sampai dengan k7 dihitung menggunakan kernel (mask). yang di tunjukan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Kernel (Mask) Kirsch $g(x,y)$ [10]

Untuk Flowchart metode kirsch itu sendiri tertera seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Flowchart Metode Kirsch [11]

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

- 1) Menginput citra digital (RGB) adalah proses memasukan gambar yang akan di deteksi tepi.
- 2) Gambar RGB yang sebelumnya diinput lalu dilakukan perubahan ke citra grayscale atau warna abu-abu.
- 3) Selanjutnya dilakukan deteksi tepi menggunakan metode kirsch.
- 4) Setelah itu dilakukan perhitungan dengan 8 kernel (mask) Kirsch 3x3.
- 5) Setelah dilakukan perhitungan maka diperoleh hasil dari deteksi tepi menggunakan metode kirsch.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapaun hasil dan pembahasan dari penelitian adalah :

3.1. Penerapan Metode Kirsch

3.1.1. Mengubah Citra Asli

Tahap awal merubah gambar menjadi grayscale lalu merubahnya menjadi ukuran 5x5 pixel. bisa dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Citra Asli, Citra Grayscale, dan Citra 5x5 pixel.

Citra dengan matriks 5x5 pada nilai $f(x,y)$, Maka didapat nilai desimalnya sebagai pada gambar 3.2.

6	86	104	126	127
10	70	132	120	64
2	59	142	83	7
10	89	144	48	10
21	119	139	34	22

Gambar 3.2. Nilai Desimal Citra 5x5 pixel $f(x,y)$.

3.1.2. Deteksi Tepi Kirsch

Selanjutnya melakukan konvolusi dengan seluruh Kernel Kirsch dengan menggunakan $g(x,y)$ ukuran 3x3 dimulai dari pojok kiri atas kemudian hitung konvolusinya dengan $f(x,y)$. Kernel Kirsch Timur :

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

Hasil konvolusinya adalah :

$$(-3 \times 6) + (-3 \times 86) + (5 \times 104) + (-3 \times 10) + (0 \times 70) + (5 \times 132) + (-3 \times 2) + (-3 \times 59) + (5 \times 142) = 1401.$$

$$(-3 \times 86) + (-3 \times 104) + (5 \times 126) + (-3 \times 70) + (0 \times 132) + (5 \times 120) + (-3 \times 59) + (-3 \times 142) + (5 \times 83) = 262.$$

$$(-3 \times 104) + (-3 \times 126) + (5 \times 127) + (-3 \times 132) + (0 \times 120) + (5 \times 64) + (-3 \times 142) + (-3 \times 83) + (5 \times 7) = -771.$$

$$(-3 \times 10) + (-3 \times 70) + (5 \times 132) + (-3 \times 2) + (0 \times 59) + (5 \times 142) + (-3 \times 10) + (-3 \times 89) + (5 \times 144) = 1547.$$

$$(-3 \times 70) + (-3 \times 132) + (5 \times 120) + (-3 \times 59) + (0 \times 142) + (5 \times 83) + (-3 \times 89) + (-3 \times 144) + (5 \times 48) = -227.$$

$(-3 \times 132) + (-3 \times 120) + (5 \times 64) + (-3 \times 142) + (0 \times 83) + (5 \times 7) + (-3 \times 144) + (-3 \times 48) + (5 \times 10) = -1353.$

$(-3 \times 2) + (-3 \times 59) + (5 \times 142) + (-3 \times 10) + (0 \times 89) + (5 \times 144) + (-3 \times 21) + (-3 \times 119) + (5 \times 139) = 1492.$

$(-3 \times 59) + (-3 \times 142) + (5 \times 83) + (-3 \times 89) + (0 \times 144) + (5 \times 48) + (-3 \times 119) + (-3 \times 139) + (5 \times 34) = -819.$

$(-3 \times 142) + (-3 \times 83) + (5 \times 7) + (-3 \times 144) + (0 \times 48) + (5 \times 10) + (-3 \times 139) + (-3 \times 34) + (5 \times 22) = -1431.$

Dengan cara yang sama perhitungan dilakukan terus hingga $f(x,y)$ ukuran 3×3 sampai pada ujung paling kanan pojok bawah.

Dari hasil akhir matriks konvolusi terlihat bahwa nilai sisi matriks asal tetap dipertahankan, disebabkan pada saat pergeseran jendela konvolusi (kernel) ada kemungkinan jendela konvolusi menggantung sehingga nilai perhitungan tidak dapat dicari maka nilai paling samping tetap dipertahankan. Berikut hasil matriks yang baru adalah.

$f(x,y) = \text{Timur}$

6	86	104	126	127
10	1401	262	-771	64
2	1547	-227	-1353	7
10	1492	-819	-1431	10
21	119	139	34	22

Selanjutnya dilakukan konvolusi yang sama sampai semua kernel *kirsch* arah mata angin mendapatkan hasil konvolusinya yaitu kernel tenggara.

Berikut hasil matriks Tenggara setelah dilakukan perhitungan :

$f(x,y) = \text{Kernel Tenggara}$

6	86	104	126	127
10	-6113175	124415636	-106855	64
2	-110918941	-47310280	-31355693	7
10	-28594749	-69326887	-32327574	10
21	119	139	34	22

Dalam skala grayscale, nilai setiap pixel dalam gambar hitam-putih (*grayscale*) direpresentasikan oleh angka desimal yang menunjukkan tingkat kecerahan. Ada nilai minimal dan maksimal pada skala *grayscale*, nilai minimalnya 0 (hitam total) dan nilai maksimalnya 255 (putih total).

Setelah menganalisis data diatas, maka kita dapat mengetahui hasil akhir dari konvolusi delapan arah mata angin untuk mendeteksi marker dengan menggunakan metode *kirsch* seperti di bawah ini :

6	86	104	126	127
10	0	255	0	64
2	0	0	0	7
10	0	0	0	10
21	119	139	34	22

3.2. Impelentasi dan Pengujian

3.2.1. Impelentasi Antarmuka

Pada tahap ini, hasil perancangan sistem diterapkan ke dalam sistem yang telah dibangun. Berikut adalah beberapa antarmuka (*interface*) yang sudah diimplementasikan : 1. Menu Utama



Gambar 3.3. Menu Utama

2. Menu Mainkan



Gambar 3.4. Menu Mainkan 3. Menu Materi



Gambar 3.5. Menu Materi

4. Menu Penggunaan Aplikasi



Gambar 3.6. Menu Penggunaan Aplikasi

5. Menu Tentang



Gambar 3.6. Menu Tentang 6. Menu Marker



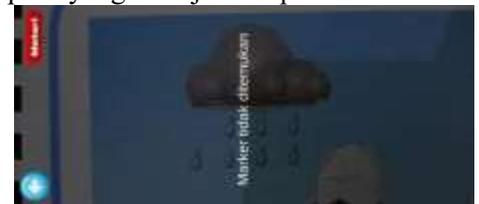
Gambar 3.7. Menu Marker

3.2.2. Pengujian Jarak

Program diuji dengan mengukur jarak antara kamera dan marker untuk mengetahui seberapa jauh jarak yang dapat digunakan untuk memindai objek gambar atau marker. Pengujian dilakukan sebagai berikut:

1. Pengujian Jarak 10 cm

Karena jarak antara marker dan kamera terlalu dekat, pengujian pertama dilakukan pada jarak 10 cm, yang menunjukkan bahwa objek tidak muncul, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Pengujian Jarak 10 cm

2. Pengujian Jarak 20 cm

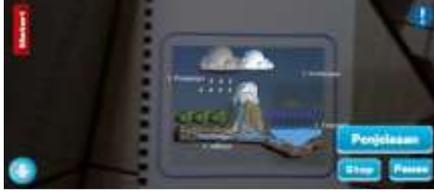
Pengujian kedua dilakukan dengan jarak 20 cm. Hasilnya objek 3D terdeteksi dan ditampilkan, namun hanya objek yang ditampilkan hanya sebagian. Seperti terlihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Pengujian Jarak 20 cm

3. Pengujian Jarak 30 cm

Pengujian ketiga dilakukan dengan jarak 30 cm. Hasilnya objek 3D terdeteksi dan ditampilkan sepenuhnya. Seperti terlihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10. Pengujian Jarak 30 cm 4. Pengujian Jarak 40 cm

Pengujian keempat dilakukan dengan jarak 40 cm. Hasilnya objek 3D terdeteksi dan ditampilkan sepenuhnya. Seperti terlihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11. Pengujian Jarak 40 cm 5. Pengujian Jarak 60 cm

Pengujian kelima dilakukan dengan jarak 60 cm. Hasilnya objek 3D tidak terdeteksi dikarenakan kamera terlalu jauh dari marker. Seperti terlihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Pengujian Jarak 60 cm

Sebagai kesimpulan dari hasil pengujian jarak, kamera terlalu dekat (10cm) dan terlalu jauh (60cm) tidak akan menampilkan objek 3D. Untuk lebih jelaskan bisa dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Pengujian Jarak marker

No	Skenario Pengujian	Jarak Yang Diuji	Hasil Yang Di dapat	Hasil Pengujian
1	Jarak	10 cm	Marker tidak menampilkan Objek	Valid
2		20 cm	Marker menampilkan Objek	Valid
3		30 cm	Marker menampilkan Objek	Valid
4		40 cm	Marker menampilkan Objek	Valid
5		60 cm	Marker tidak menampilkan Objek	Valid

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang berjudul “Implementasikan *Augmented Reality* Untuk Pembelajaran Siklus Air Menggunakan Metode *Kirsch*”, menghasilkan beberapa kesimpulan :

1. Dari hasil pengujian *User Acceptance Test* (UAT) di SDN 1 Cimaranten, mendapatkan respon yang cukup baik dari siswa dengan nilai persentasi 87%. Dengan demikian aplikasi *Augmented Reality* ini bisa digunakan untuk membantu siswa dalam pembelajaran siklus air.
2. Dari hasil pengujian *Black Box* dan *White Box*, metode *kirsch* dapat diimplementasikan pada aplikasi *AR* untuk pembelajaran siklus air.

5. SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan dan penyempurnaan lebih lanjut diperlukan agar aplikasi ini dapat tampil sepenuhnya. Berikut ini adalah beberapa pengembangan yang dapat dilakukan:

1. Aplikasi ini diharapkan dapat dikembangkan kembali tidak hanya di Andoid tapi juga bisa digunakan di IOS.
2. Aplikasi ini diharapkan dapat dikembangkan Kembali agar bisa menyimpan nilai kuis supaya bisa di lihat oleh guru.

Ini adalah saran yang dapat diberikan peneliti. Semoga saran ini bermanfaat bagi peneliti berikutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat selesai tepat pada waktunya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Dosen, U. Ar-Raniry, and B. Aceh, “MEMAHAMI PROSES BELAJAR ANAK,” 2018.
- [2] I. Junaedi, “Proses pembelajaran yang efektif,” *JISAMAR (Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research)*, vol. 3, no. 2, pp. 19–25, 2019.
- [3] F. Y. D. Siregar, “Aspek Hukum Penyederhanaan Perizinan Badan Usaha di Bidang Lingkungan Hidup dalam UndangUndang Cipta Kerja,” *Jurnal Ilmiah Penegakan Hukum*, vol. 7, no. 2, pp. 184–192, 2020.
- [4] A. C. Rosa, H. Sunardi, and H. Setiawan, “Rekayasa Augmented Reality Planet dalam Tata Surya sebagai Media Pembelajaran Bagi Siswa SMP Negeri 57 Palembang,” *Jurnal*

- Ilmiah Informatika Global*, vol. 10, no. 1, 2019.
- [5] C. A. Arliana and I. Purnamasari, “ANALISIS KEMAMPUAN KOGNITIF PESERTA DIDIK DENGAN MEDIA BERBASIS AUGMENTED REALITY DI SEKOLAH DASAR,” *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, vol. 9, no. 04, pp. 1483–1492, 2023.
- [6] L. Kanti, S. F. Rahayu, E. Apriana, and E. Susanti, “Analisis pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality dengan model POE2WE pada materi teori kinetik gas: literature review,” *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, vol. 2, no. 1, pp. 75–82, 2022.
- [7] 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: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 11, no. 2, pp. 448–461, 2020.
- [8] R. Perwitasari, R. Afawani, and S. E. Anjarwani, “Penerapan metode rational unified process (rup) dalam pengembangan sistem informasi medical check up pada citra medical centre,” *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer, dan Aplikasinya (JTIKA)*, vol. 2, no. 1, pp. 76–88, 2020.
- [9] W. Y. Sulistyono, I. Riadi, and A. Yudhana, “Comparative analysis of image quality values on edge detection methods,” *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 4, no. 2, pp. 345–351, 2020.
- [10] 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: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 11, no. 2, pp. 448–461, 2020.
- [11] I. Riadi and W. Y. Sulistyono, “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.