

Rancang Bangun Aplikasi Media Pembelajaran Interaktif Theodolite Berbasis Unity 3D Menggunakan Metode MDLC

Dwi Dinda Ibrata*, Cahya Miranto*

*Program Studi Teknologi Rekayasa Multimedia, Politeknik Negeri Batam, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Jul 13th, 2026

Revised Jul 19th, 2026

Accepted Jul 27th, 2026

Keyword:

Theodolite
Interactive Learning Media
Unity 3D
MDLC
WebGL

ABSTRACT

This study focused on developing an interactive learning application for Theodolite using Unity 3D and the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) methodology. The application was designed to support Geomatics Engineering students in studying Theodolite components and understanding their functions independently beyond laboratory activities. The development process consisted of six MDLC stages, namely concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution. Three primary features were implemented in the application: Identify Component Parts, Component Spot Test, and Competency Test. The application was distributed in WebGL format, enabling users to operate it directly through a web browser without requiring additional software installation. Content validation was performed by an expert in Terrestrial Surveying and resulted in an average score of 3.50 on a 1–4 scale. This result indicated a high level of content suitability, with the application considered usable after minor revisions. Subsequently, User Acceptance Testing (UAT) involved 32 Geomatics Engineering students to assess their acceptance of the application across five aspects: usability, visualization, learning feature usefulness, learning evaluation, and user satisfaction. The questionnaire demonstrated a high level of reliability, as indicated by a Cronbach's Alpha value of 0.86. The application obtained an average UAT score of 4.27, corresponding to an overall acceptance rate of 85.38%. This result placed the application in the highest feasibility category and demonstrated positive user acceptance. Therefore, the developed application has the potential to serve as an interactive supplementary learning medium for introducing Theodolite components and their functions. Nevertheless, these findings represent user acceptance only and cannot be interpreted as evidence of improved learning outcomes or student comprehension, since the study did not employ an experimental approach involving pre-test and post-test measurements.

Corresponding Author:

Cahya Miranto,
Program Studi Teknologi Rekayasa Multimedia,
Politeknik Negeri Batam,
Jl. Ahmad Yani, Tlk. Tering, Kec. Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau.
Email: cahya@polibatam.ac.id

1. INTRODUCTION

Perkembangan teknologi digital membuat media pembelajaran interaktif semakin banyak digunakan di berbagai bidang, termasuk survei dan pemetaan. Berbeda dari media konvensional, media interaktif menampilkan materi dalam bentuk visual, audio, dan animasi yang lebih menarik sehingga pengguna lebih terlibat dalam proses belajar [1]. Media berbasis tiga dimensi (3D) juga dapat menampilkan objek dengan lebih nyata sehingga membantu pengguna memahami konsep atau objek yang sifatnya abstrak [2]. Dalam pengembangan media semacam ini, Unity 3D dapat dimanfaatkan karena menyediakan dukungan terhadap visualisasi objek 3D dan memungkinkan interaksi pengguna secara langsung di lingkungan virtual [3].

Di Program Studi Teknik Geomatika, Theodolite adalah alat utama untuk mengukur sudut horizontal dan vertikal dalam kegiatan survei dan pemetaan [4], sehingga mahasiswa perlu mengenal komponen dan fungsinya sebelum praktikum. Namun, dari hasil observasi dan wawancara dengan mahasiswa angkatan 2023

Politeknik Negeri Batam, satu kelas berisi sekitar 28 mahasiswa, sedangkan Theodolite yang tersedia hanya tiga unit. Akibatnya, waktu pemakaian alat menjadi terbatas dan mahasiswa kurang mendapat kesempatan untuk mengenali setiap komponen secara langsung. Media pembelajaran berbasis visualisasi 3D dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi keterbatasan ini, karena penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa laboratorium dan simulasi virtual dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan belajar mahasiswa, sekaligus melengkapi keterbatasan fasilitas praktikum fisik [5], [6].

Beberapa penelitian terdahulu telah memanfaatkan Unity 3D dan metode MDLC dalam pengembangan media pembelajaran. Nurfikri dan Firmanda [7] mengembangkan aplikasi VR untuk pembelajaran komponen pesawat menggunakan metode MDLC pada Program Studi Teknik Informatika Politeknik Negeri Batam dan menunjukkan bahwa metode tersebut sesuai untuk pengembangan aplikasi pembelajaran berbasis multimedia interaktif. Pada bidang Theodolite, Nanda et al. [8] dan Hasrul et al. [9] menunjukkan bahwa pelatihan langsung mampu mendukung proses pembelajaran peserta, namun pendekatan tersebut masih dilakukan secara tatap muka dan belum memanfaatkan media digital interaktif yang dapat diakses secara mandiri.

Menaguale [10] mengembangkan aplikasi berbasis Unity dan *Virtual Reality* untuk simulasi prosedur pemasangan Theodolite. Penelitian tersebut berfokus pada simulasi prosedur penggunaan alat, namun belum mengintegrasikan pengenalan komponen, latihan identifikasi, dan evaluasi materi dalam satu media pembelajaran. Berbeda dengan penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini mengintegrasikan visualisasi komponen 3D, latihan identifikasi komponen, dan evaluasi materi ke dalam satu aplikasi berbasis WebGL yang dapat dijalankan melalui browser tanpa membutuhkan instalasi tambahan, sehingga dapat menjadi pilihan media pembelajaran ketika alat praktikum yang tersedia terbatas.

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, pengembangan aplikasi media pembelajaran interaktif Theodolite dilakukan menggunakan platform Unity 3D dengan pendekatan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Tiga fitur utama yang tersedia dalam aplikasi meliputi Identify Component Parts, Component Spot Test, dan Competency Test. Aplikasi didistribusikan dalam format WebGL sehingga pengguna dapat mengaksesnya melalui browser tanpa instalasi tambahan. Pengukuran penerimaan pengguna terhadap aplikasi dilakukan menggunakan metode *User Acceptance Testing* (UAT) untuk mengetahui kelayakannya sebagai media pembelajaran interaktif.

Ruang lingkup penelitian meliputi pengembangan visualisasi 3D interaktif, antarmuka, dan interaksi pengguna (UI/UX) untuk membantu pengguna mengenali komponen dan fungsi Theodolite. Simulasi prosedur pengukuran lapangan serta pelatihan teknis penggunaan alat secara menyeluruh tidak termasuk dalam penelitian ini. Pengukuran pada penelitian ini hanya mencakup tingkat penerimaan pengguna terhadap aplikasi sebagai media pembelajaran melalui metode *User Acceptance Testing* (UAT). Dengan demikian, penilaian pengguna hanya menunjukkan tingkat penerimaan dan kelayakan aplikasi, bukan peningkatan pemahaman maupun efektivitas pembelajaran. Pengukuran terhadap kedua aspek tersebut memerlukan pengujian eksperimen, seperti *pre-test* dan *post-test*.

UAT digunakan sebagai tahap awal untuk mengetahui penerimaan dan penggunaan aplikasi oleh pengguna sebelum efektivitasnya terhadap peningkatan pemahaman diuji lebih lanjut. Dengan kata lain, tingkat penerimaan yang tinggi perlu dipastikan lebih dulu, sebelum aplikasi ini dapat diuji secara eksperimen sebagai solusi atas keterbatasan alat praktikum yang menjadi latar belakang penelitian ini.

2. RESEARCH METHOD

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Metode MDLC pada mulanya diperkenalkan oleh Luther [11], kemudian disempurnakan oleh Sutopo [12] menjadi enam tahapan pokok, yakni *concept*, *design*, *material collecting*, *assembly*, *testing*, dan *distribution*. Metode MDLC dipilih karena penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi multimedia interaktif yang menggabungkan berbagai elemen multimedia, seperti model 3D, gambar, audio, antarmuka interaktif, dan materi pembelajaran. Berbeda dengan metode pengembangan perangkat lunak pada umumnya yang lebih menitikberatkan pada rekayasa perangkat lunak secara luas [13], MDLC memiliki tahap *material collecting* yang terpisah dari *assembly*, sehingga proses pengumpulan dan verifikasi aset multimedia — seperti model 3D Theodolite, ikon antarmuka, dan materi pembelajaran — dapat dipastikan lengkap sebelum diintegrasikan ke dalam aplikasi. Pemilihan MDLC juga didukung oleh penggunaannya pada penelitian sejenis dalam pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis Unity 3D di Politeknik Negeri Batam [7], sehingga metode ini sudah pernah digunakan dan terbukti sesuai untuk konteks yang serupa.

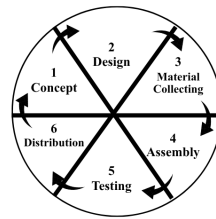


Figure 1. *Diagram Multimedia Development Life Cycle (MDLC)* — Sumber: Sutopo [12]

2.1. Metode Perancangan Produk

Tahapan MDLC yang diterapkan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

2.1.1. Concept

Tahap ini mencakup penentuan tujuan pengembangan aplikasi, target pengguna, serta fitur yang akan dikembangkan. Dalam penelitian ini, tahap *concept* dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan mahasiswa angkatan 2023 Program Studi Teknik Geomatika Politeknik Negeri Batam untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna terhadap aplikasi pembelajaran Theodolite.

2.1.2. Design

Tahap *design* difokuskan pada perancangan alur dan tampilan antarmuka aplikasi. Dalam penelitian ini, tahap design dilakukan dengan menyusun *flowchart* alur aplikasi, struktur navigasi, serta *storyboard* untuk setiap halaman utama, meliputi Halaman Menu Utama, Halaman *Identify Component Parts*, Halaman *Component Spot Test*, dan Halaman *Competency Test*. Hasil perancangan ini dijadikan acuan sebelum proses pengembangan dilaksanakan.

2.1.3. Material Collecting

Tahap ini mengumpulkan seluruh aset yang dibutuhkan dalam aplikasi. Aset yang digunakan terdiri atas aset yang dikembangkan sendiri oleh peneliti dan aset yang diperoleh melalui proses pengumpulan referensi. Model 3D Theodolite diperoleh melalui proses adaptasi dari aset yang tersedia secara daring dan kemudian disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Sementara itu, model tripod, rancangan antarmuka (UI), ikon, panel, ilustrasi, struktur navigasi, serta elemen visual lainnya dirancang dan dikembangkan sendiri oleh peneliti. Materi pembelajaran disusun berdasarkan literatur, manual book, dan referensi mengenai komponen serta fungsi Theodolite.

2.1.4. Assembly

Tahap ini mencakup proses menggabungkan seluruh aset dan rancangan ke dalam Unity 3D. meliputi pembuatan antarmuka, implementasi navigasi menu, pemrograman fitur interaktif menggunakan bahasa C#, serta integrasi model 3D dan materi pembelajaran.

2.1.5. Testing

Pengujian dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode *User Acceptance Testing* (UAT), bukan *System Usability Scale* (SUS) ataupun *User Experience Questionnaire* (UEQ). SUS hanya menghasilkan sebuah skor tunggal yang menggambarkan kesan usability secara umum, sementara UEQ menilai pengalaman pengguna melalui enam dimensi, yakni attractiveness, perspicuity, efficiency, dependability, stimulation, dan novelty — namun keduanya sama-sama hanya menilai kualitas interaksi dengan antarmuka, bukan menilai apakah keseluruhan fungsi sistem sudah diterima pengguna. UAT sifatnya *requirement-based* sehingga instrumennya dapat disesuaikan (*customizable*) dengan kebutuhan sistem yang dikembangkan. Karena itu, meskipun dua dari lima aspek pada kuesioner UAT penelitian ini — kemudahan penggunaan serta tampilan dan visualisasi — memang mirip dengan yang diukur SUS/UEQ, kuesioner ini juga menambahkan tiga aspek fungsional yang tidak ada pada SUS maupun UEQ, yaitu manfaat fitur pembelajaran, evaluasi pembelajaran, serta manfaat dan kepuasan pengguna. Karena itu, UAT dinilai lebih cocok digunakan untuk menilai penerimaan aplikasi secara menyeluruh sebagai media pembelajaran, dibandingkan SUS atau UEQ yang cakupannya hanya terbatas pada usability atau pengalaman pengguna saja.

2.1.6. Distribution

Pada tahap ini, aplikasi dibangun (*build*) ke dalam format WebGL sehingga dapat diakses melalui *browser web* tanpa instalasi tambahan, kemudian diunggah dan didistribusikan kepada pengguna.

2.2. Teknik Analisis Data

Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif, dengan tujuan memaparkan secara terukur seberapa besar tingkat penerimaan pengguna serta kelayakan aplikasi media pembelajaran interaktif Theodolite yang telah dibangun. Pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner, kemudian hasilnya diolah dengan pendekatan statistik deskriptif, yaitu menghitung persentase capaian serta nilai rata-rata skor pada tiap indikator [14].

2.2.1. Kriteria Responden

Responden penelitian dipilih menggunakan teknik purposive berdasarkan kesesuaiannya dengan tujuan penelitian [15]. Adapun kriteria responden adalah sebagai berikut:

1. Mahasiswa aktif dari Program Studi Teknik Geomatika Politeknik Negeri Batam.
2. Telah mengikuti praktikum yang menggunakan alat Theodolite.

2.2.2. Teknik Penentuan Jumlah Sampel

Populasi pada penelitian ini mencakup mahasiswa aktif Program Studi Teknik Geomatika Politeknik Negeri Batam yang sudah pernah melaksanakan praktikum dengan menggunakan alat Theodolite, dengan jumlah yang memenuhi kriteria tersebut tercatat sebanyak 32 mahasiswa. Karena jumlah tersebut tergolong kecil, seluruh anggota populasi dilibatkan sebagai responden melalui teknik total sampling [14], sehingga tidak diperlukan penarikan sub-sampel dari populasi yang ada.

2.2.3. Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Instrumen kuesioner turut divalidasi oleh Ghufroon Ramadhan, A.Md.T., selaku dosen Laboratorium Teknologi Geomatika, untuk menilai kesesuaian konten materi aplikasi serta relevansi butir pernyataan kuesioner UAT yang telah digunakan dalam pengumpulan data. Validasi konten mencakup enam indikator, yaitu ketepatan komponen, ketepatan fungsi, kesesuaian model 3D, relevansi soal evaluasi, kesesuaian dengan kompetensi dasar, dan kejelasan alur pembelajaran, dengan hasil rata-rata skor sebesar 3,50 (skala 1-4), yang menunjukkan bahwa konten aplikasi memiliki tingkat kesesuaian tinggi dengan materi dan kompetensi dasar mata kuliah Ilmu Ukur Tanah/Survei Geomatika. Pada validasi instrumen kuesioner, seluruh 9 dari 10 butir pernyataan dinyatakan relevan, dengan 1 butir (P1) memerlukan revisi redaksi sebelum digunakan, yaitu penyeragaman penggunaan bahasa pada antarmuka aplikasi. Berdasarkan saran yang diberikan validator, aplikasi dan instrumen kuesioner dinyatakan layak digunakan dengan revisi. Selain penilaian kuantitatif, validator juga memberikan catatan kualitatif sebagai masukan perbaikan aplikasi. Pada aspek Ketepatan Komponen, validator menemukan kesalahan penulisan nama komponen Tribrach yang sebelumnya tertulis Tribrach. Pada aspek Kesesuaian Model 3D, validator menilai bahwa ukuran dan posisi model nivo bulat belum sepenuhnya merepresentasikan proporsi alat aslinya. Selain itu, validator turut menyarankan agar seluruh antarmuka pengguna (*user interface*) menggunakan Bahasa Indonesia yang konsisten, mengingat sebagian label pada aplikasi masih mencampur istilah dalam Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia. Ketiga catatan tersebut telah ditindaklanjuti melalui perbaikan penamaan komponen Tribrach, penyesuaian ukuran dan posisi model 3D nivo bulat, serta penyeragaman bahasa pada antarmuka aplikasi sebelum tahap distribusi dilakukan.

Table 1. Skala Penilaian Likert

Kategori	Skor
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Netral (N)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Kuesioner yang digunakan disusun sendiri oleh peneliti dengan mengacu pada lima aspek yang dinilai relevan untuk menilai penerimaan sebuah media pembelajaran, yakni kemudahan penggunaan, tampilan/visualisasi, manfaat fitur belajar, evaluasi pembelajaran, dan manfaat-kepuasan pengguna, di mana masing-masing aspek diturunkan menjadi butir-butir pernyataan yang menyesuaikan fitur serta tujuan aplikasi. Untuk memastikan keandalannya, instrumen diuji dengan Cronbach's Alpha dan menghasilkan

koefisien 0,86 — nilai yang melampaui ambang minimal 0,70, sehingga kuesioner ini dapat dikategorikan reliabel dan layak dipakai sebagai alat pengumpul data [14].

Table 2. Indikator Pernyataan UAT

No	Aspek	Indikator Pernyataan
1	Kemudahan Penggunaan	Aplikasi mudah dipahami saat pertama kali digunakan tanpa memerlukan penjelasan tambahan Navigasi menu dan fitur dalam aplikasi mudah dioperasikan
2	Tampilan & Visualisasi	Fitur zoom, rotate, dan drag membantu saya mengenali letak komponen Theodolite Visualisasi 3D mempermudah pengamatan komponen dibandingkan gambar 2D pada modul pembelajaran
3	Manfaat Fitur Pembelajaran	Fitur Component Spot Test membantu saya mengingat posisi komponen pada Theodolite Fitur Identify Component Parts membantu saya mengenali nama komponen Theodolite
4	Evaluasi Pembelajaran	Soal pada Competency Test sesuai dengan materi yang dipelajari Competency Test membantu saya mengetahui tingkat pemahaman terhadap komponen Theodolite
5	Manfaat & Kepuasan	Aplikasi dapat digunakan sebagai media belajar mandiri di luar praktikum Saya puas menggunakan aplikasi media pembelajaran interaktif Theodolite ini

2.2.4. Teknik Pengolahan Data

Pengolahan kuesioner dilakukan secara statistik deskriptif melalui perhitungan persentase skor pada setiap aspek dan pernyataan yang dinilai. Rumus yang digunakan untuk memperoleh persentase skor adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase (\%)} = (\text{Total Skor Aktual} / \text{Total Skor Maksimal}) \times 100\%$$

Selanjutnya, nilai persentase yang diperoleh disesuaikan dengan kategori kelayakan pada Table 3.

Table 3. Kategori Penilaian UAT

Persentase (%)	Kategori
81% – 100%	Sangat Layak
61% – 80%	Layak
41% – 60%	Cukup Layak
21% – 40%	Tidak Layak
0% – 20%	Sangat Tidak Layak

3. RESULTS AND ANALYSIS

3.1. Hasil Penerapan Metode MDLC

Pengembangan aplikasi media pembelajaran interaktif Theodolite dilakukan menggunakan metode MDLC yang menghasilkan luaran pada setiap tahapan sebagai berikut:

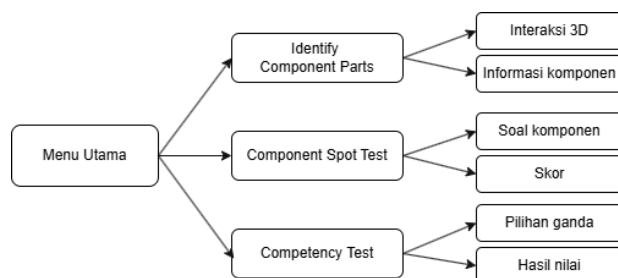
3.1.1. Concept

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, ditetapkan bahwa aplikasi ditujukan untuk mahasiswa Program Studi Teknik Geomatika dengan tiga fitur utama, yaitu *Identify Component Parts*, *Component Spot Test*, dan *Competency Test*. Konsep aplikasi dirangkum dalam Table 4.

Table 4. Konsep MDLC

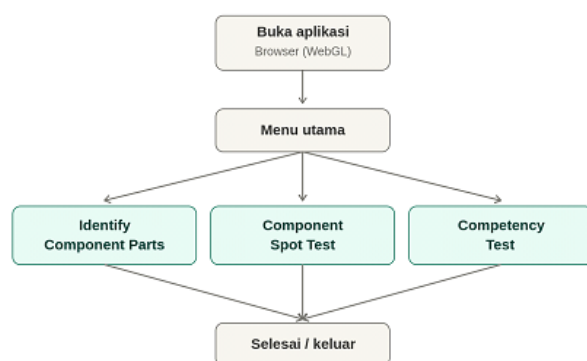
Kategori	Deskripsi
Judul	Theodolite 3D
Jenis Multimedia	Modul pembelajaran berbasis desktop/web yang dikembangkan menggunakan Unity 3D.
Tujuan	Merancang aplikasi media pembelajaran 3D untuk memvisualisasikan komponen dan fungsi Theodolite secara menarik, mudah digunakan, serta efektif sebagai sarana pendukung dalam memahami komponen-komponen Theodolite.
Target Pengguna	Mahasiswa aktif dari Program Studi Teknik Geomatika Politeknik Negeri Batam.
Platform	WebGL (dapat diakses melalui browser web).
Fitur Utama	<i>Identify Component Parts, Component Spot Test, dan Competency Test.</i>
Model 3D	Objek 3D berupa komponen-komponen Theodolite, meliputi <i>Tribrach Locking Lever, LCD Display, Eyepiece, Handle, Optical Sight, Battery Case, Objective Lens</i> , dan bagian lainnya.
Gambar	Menggunakan gambar 2D dan ilustrasi tambahan untuk mendukung tampilan antarmuka pengguna, seperti tombol, navigasi visual, <i>slider, toggle</i> , panel, panel <i>pop-up</i> , dan label.
Background Audio	Musik latar untuk menciptakan suasana belajar yang lebih nyaman.

Alur konsep aplikasi secara keseluruhan digambarkan pada Figure 2.

**Figure 2.** Flowmap konsep aplikasi Theodolite

3.1.2. Design

Perancangan alur aplikasi dituangkan melalui struktur navigasi dan storyboard. Alur perpindahan antarhalaman dalam aplikasi ditunjukkan melalui struktur navigasi, sedangkan storyboard merinci tampilan antarmuka tiap halaman sebagai acuan pengembangan.

**Figure 3.** Struktur Navigasi

Struktur navigasi aplikasi terdiri dari Menu Utama yang terhubung ke tiga halaman fitur utama, yaitu Halaman *Identify Component Parts* yang menampilkan model 3D interaktif beserta informasi komponen Theodolite, Halaman *Component Spot Test* yang berisi soal identifikasi komponen beserta skor penilaian, serta Halaman *Competency Test* yang berisi soal pilihan ganda beserta hasil nilai akhir.

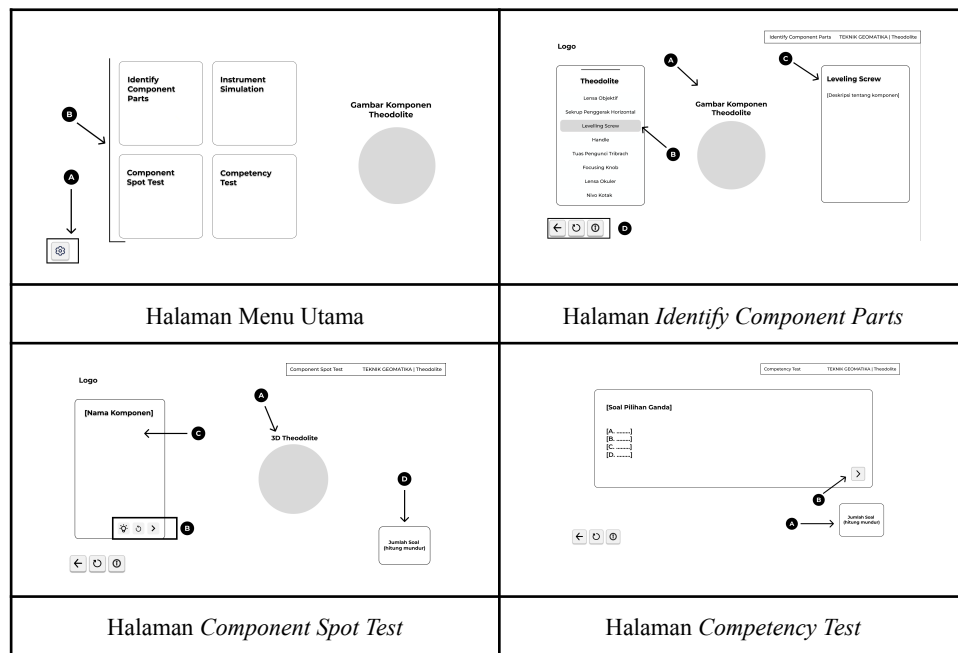


Figure 4. Storyboard

Storyboard dirancang untuk setiap halaman utama aplikasi, meliputi tata letak tombol navigasi, posisi model 3D, tampilan soal, dan panel hasil. Rancangan ini menjadi panduan visual dalam proses assembly pada tahap berikutnya.

3.1.3. Material Collecting

Hasil tahap *Material Collecting* berupa model 3D Theodolite, model tripod, ikon antarmuka, audio latar, serta materi pembelajaran yang selanjutnya digunakan pada proses pengembangan aplikasi.

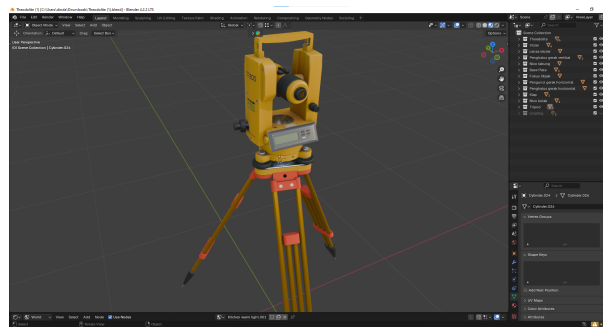


Figure 5. Aset 3D Theodolite



Figure 6. Ikon antarmuka

3.1.4. Assembly

Seluruh aset digabungkan ke dalam Unity 3D hingga menjadi satu aplikasi utuh. Fitur interaktif diprogram menggunakan bahasa C#. (Figure 7 dan Figure 8).

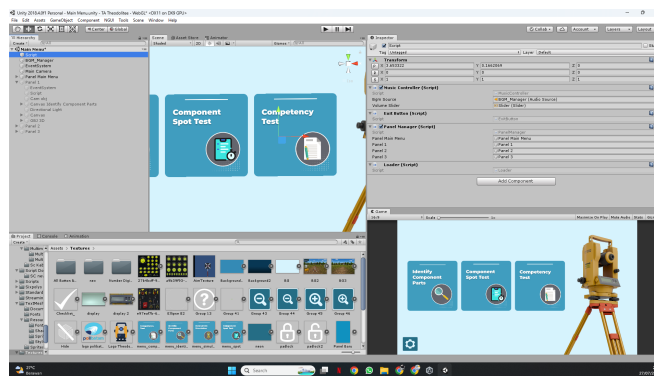


Figure 7. Proses pengembangan di Unity

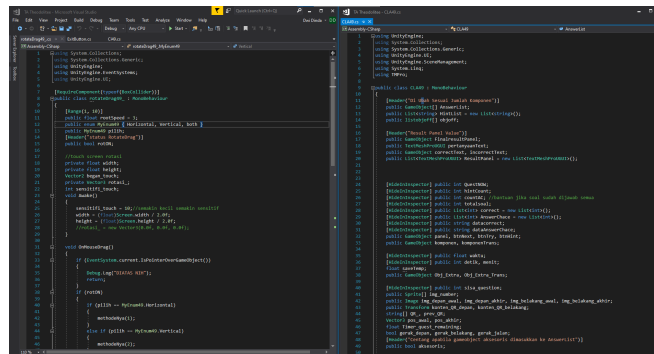


Figure 8. Implementasi interaksi objek 3D menggunakan bahasa C#

Hasil assembly menghasilkan aplikasi dengan tiga fitur utama yang dapat diakses melalui halaman menu utama.

Halaman Menu Utama

Tampilan awal aplikasi yang muncul ketika dijalankan melalui browser merupakan halaman menu utama. Terdapat tiga menu yang dapat dipilih pengguna, yaitu *Identify Component Parts*, *Component Spot Test*, dan *Competency Test* (Figure 9).

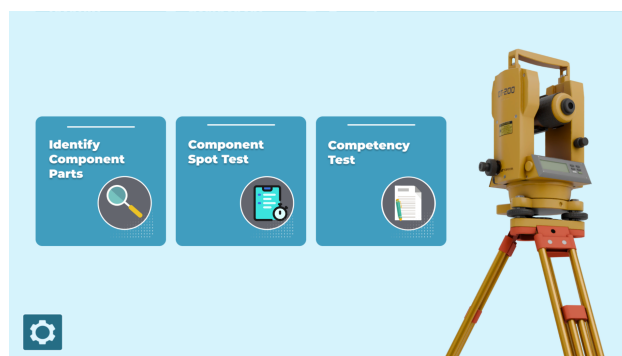


Figure 9. Halaman Menu Utama — menampilkan tiga tombol menu (*Identify Component Parts*, *Component Spot Test*, *Competency Test*) yang dapat dipilih pengguna untuk mengakses masing-masing fitur.

Identify Component Parts

Fitur ini membantu pengguna mengenali bagian-bagian Theodolite beserta fungsinya. Saat pertama kali masuk fitur, pengguna akan melihat panel informasi berisi instruksi penggunaan (Figure 10). Pengguna kemudian dapat mengklik setiap komponen pada model 3D untuk menampilkan informasi nama dan fungsi komponen tersebut (Figure 11).

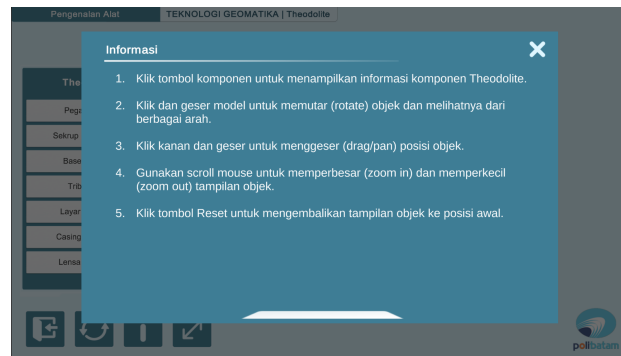


Figure 10. Scene Panel Informasi Identify Component Parts — berisi lima instruksi interaksi, yaitu klik komponen untuk menampilkan informasi, klik-geser untuk memutar model, klik kanan-geser untuk menggeser posisi, scroll untuk zoom, dan tombol Reset untuk mengembalikan tampilan ke posisi awal.



Figure 11. Scene Identify Component Parts — daftar nama komponen ditampilkan pada panel kiri, model 3D Theodolite di tengah, dan panel kanan menampilkan nama serta deskripsi fungsi komponen yang sedang dipilih (contoh: *Casing Baterai*).

Component Spot Test

Fitur ini melatih kemampuan pengguna dalam mengidentifikasi komponen Theodolite melalui soal interaktif. Pengguna diminta mengklik komponen yang sesuai dengan nama yang disebutkan pada soal (Figure 12).



Figure 12. Scene Component Spot Test — pengguna diminta menunjuk komponen pada model 3D sesuai nama yang ditampilkan pada soal.

Competency Test

Fitur ini berfungsi sebagai evaluasi untuk mengukur pemahaman pengguna terhadap materi yang telah dipelajari. Soal yang diberikan berupa pilihan ganda yang mencakup materi komponen dan penggunaan dasar Theodolite (Figure 13).



Figure 13. Scene Competency Test — menampilkan soal pilihan ganda dengan empat opsi jawaban, indikator jawaban benar/salah, serta penghitung jumlah soal yang tersisa (*Questions Remaining*).

3.1.5. Testing

Pengujian aplikasi dilakukan menggunakan metode *User Acceptance Testing* (UAT) yang melibatkan 32 mahasiswa Program Studi Teknik Geomatika sebagai responden. Seluruh responden merupakan mahasiswa yang pernah menggunakan Theodolite dalam kegiatan praktikum. Pengujian dilakukan dengan meminta responden menggunakan seluruh fitur aplikasi kemudian mengisi kuesioner penilaian. Hasil pengujian UAT secara lengkap per butir pernyataan disajikan pada Table 5.

Table 5. Hasil Pengujian UAT per Butir Pernyataan

No	Pernyataan	SS	S	N	TS	STS	Total Skor	Rata-rata	Persentase
P1	Aplikasi mudah dipahami saat pertama kali digunakan tanpa memerlukan penjelasan tambahan	11	12	6	3	0	127	3.97	79.4%
P2	Navigasi menu dan fitur dalam aplikasi mudah dioperasikan	10	21	1	0	0	137	4.28	85.6%
P3	Fitur <i>zoom</i> , <i>rotate</i> , dan <i>drag</i> membantu saya mengenali letak komponen Theodolite	13	17	1	1	0	138	4.31	86.2%
P4	Visualisasi 3D mempermudah pengamatan komponen dibandingkan gambar 2D pada modul pembelajaran	17	11	3	1	0	140	4.38	87.5%
P5	Fitur <i>Component Spot Test</i> membantu saya mengingat posisi komponen pada Theodolite	13	18	1	0	0	140	4.38	87.5%
P6	Fitur <i>Identify Component Parts</i> membantu saya mengenali nama komponen Theodolite	11	18	3	0	0	136	4.25	85.0%
P7	Soal pada <i>Competency Test</i> sesuai dengan materi yang dipelajari	9	22	1	0	0	136	4.25	85.0%
P8	<i>Competency Test</i> membantu saya mengetahui tingkat pemahaman terhadap komponen Theodolite	11	19	2	0	0	137	4.28	85.6%
P9	Aplikasi dapat digunakan sebagai media belajar mandiri di luar praktikum	12	19	1	0	0	139	4.34	86.9%
P10	Saya puas menggunakan aplikasi media pembelajaran interaktif Theodolite ini	12	16	4	0	0	136	4.25	85.0%
Total Keseluruhan		119	173	23	5	0	1366 / 1600	4.27	85.38%

Keterangan: SS = Sangat Setuju (5), S = Setuju (4), N = Netral (3), TS = Tidak Setuju (2), STS = Sangat Tidak Setuju (1)

Berdasarkan data pada Table 5, total skor aktual yang diperoleh adalah 1.366 dari skor maksimal 1.600, menghasilkan persentase keseluruhan sebesar 85,38%. Rekapitulasi hasil UAT berdasarkan aspek penilaian disajikan pada Table 6.

Table 6. Rekapitulasi Hasil UAT per Aspek

No	Aspek	Item	Rata-rata	Persentase	Kategori
1	Kemudahan Penggunaan (<i>Usability</i>)	P1, P2	4.12	82.5%	Sangat Layak
2	Tampilan & Visualisasi	P3, P4	4.34	86.9%	Sangat Layak
3	Manfaat Fitur Pembelajaran	P5, P6	4.31	86.2%	Sangat Layak
4	Evaluasi Pembelajaran	P7, P8	4.27	85.3%	Sangat Layak
5	Manfaat & Kepuasan	P9, P10	4.30	85.9%	Sangat Layak
Rata-rata Keseluruhan		P1–P10	4.27	85.38%	Sangat Layak

Berdasarkan Table 6, aspek Tampilan dan Visualisasi memperoleh persentase tertinggi sebesar 86,9% dengan kategori Sangat Layak. Persentase tersebut mengindikasikan bahwa visualisasi objek 3D serta fitur *zoom*, *rotate*, dan *drag* mampu memudahkan pengguna dalam mengenali bentuk dan letak komponen Theodolite. Temuan ini sejalan dengan penelitian Farikha *et al.* [2] yang menyatakan bahwa media pembelajaran berbasis tiga dimensi mampu menyajikan representasi objek yang lebih nyata dibandingkan media dua dimensi sehingga dapat meningkatkan kualitas penyampaian informasi.

Aspek Kemudahan Penggunaan memperoleh persentase sebesar 82,5%, yang merupakan nilai terendah dibandingkan aspek lainnya, namun masih berada pada kategori Sangat Layak. Nilai tersebut terutama dipengaruhi oleh skor pada pernyataan P1 mengenai kemudahan penggunaan aplikasi saat pertama kali dioperasikan. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian pengguna masih memerlukan waktu untuk beradaptasi dengan mekanisme penggunaan aplikasi, terutama karena sebagian besar responden baru pertama kali menggunakan media pembelajaran berbasis Unity WebGL. Oleh karena itu, pengembangan selanjutnya dapat difokuskan pada penyempurnaan petunjuk penggunaan dan penyederhanaan alur navigasi aplikasi.

Aspek Manfaat Fitur Pembelajaran memperoleh persentase sebesar 86,2%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa fitur *Identify Component Parts* dan *Component Spot Test* membantu pengguna mengenali nama serta posisi komponen Theodolite. Hal ini menunjukkan bahwa penyajian materi melalui visualisasi 3D dan interaksi langsung dengan objek mampu mendukung proses pengenalan komponen secara lebih mudah.

Aspek Evaluasi Pembelajaran memperoleh persentase sebesar 85,3%, yang menunjukkan bahwa pengguna menilai materi dan soal pada fitur *Competency Test* telah sesuai dengan materi yang disajikan dalam aplikasi. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa fitur evaluasi dapat diterima dengan baik sebagai bagian dari media pembelajaran. Meskipun demikian, penelitian ini belum mengukur efektivitas fitur tersebut dalam meningkatkan pemahaman pengguna terhadap materi Theodolite.

Aspek Manfaat dan Kepuasan Pengguna memperoleh persentase sebesar 85,9%, yang menunjukkan bahwa aplikasi diterima dengan baik sebagai media belajar mandiri di luar kegiatan praktikum. Selain itu, aplikasi berpotensi menjadi media pendukung pembelajaran karena dapat diakses melalui WebGL menggunakan browser, sehingga pengguna dapat mempelajari kembali materi secara lebih fleksibel.

Secara keseluruhan, aplikasi memperoleh nilai rata-rata 4,27 dengan persentase 85,38%, sehingga termasuk dalam kategori Sangat Layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aplikasi memiliki tingkat penerimaan pengguna yang tinggi dan layak dimanfaatkan sebagai media pembelajaran interaktif. Namun, temuan ini tidak dapat dijadikan dasar untuk menyimpulkan bahwa aplikasi mampu meningkatkan pemahaman maupun hasil belajar mahasiswa.

3.1.6. Distribution

Aplikasi berhasil di-build ke dalam format WebGL menggunakan Unity 3D tanpa memerlukan instalasi tambahan untuk dapat diakses melalui browser. Setelah proses build selesai, aplikasi diunggah dan di-deploy menggunakan platform hosting web Netlify sehingga dapat diakses secara daring melalui tautan berikut: <https://theodolite.netlify.app/> (Figure 14 dan Figure 15).

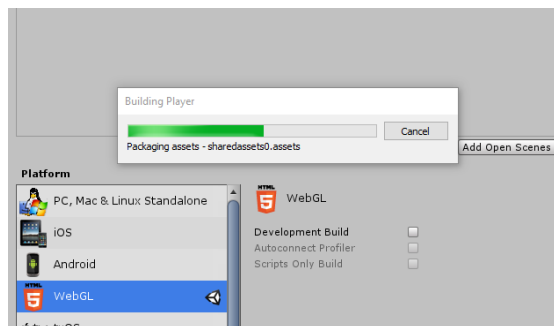


Figure 14. Proses build WebGL

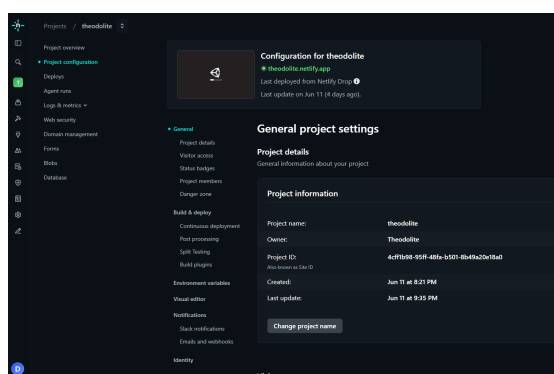


Figure 15. Deploy aplikasi WebGL ke Netlify

4. CONCLUSION

Melalui pendekatan MDLC dan penggunaan Unity 3D, penelitian ini menghasilkan aplikasi media pembelajaran interaktif Theodolite. Dalam proses pengembangannya, enam tahapan MDLC diterapkan hingga menghasilkan tiga fitur utama, yaitu Identify Component Parts, Component Spot Test, dan Competency Test. Format WebGL digunakan untuk mendistribusikan aplikasi tanpa memerlukan instalasi tambahan untuk dapat diakses melalui browser.

Hasil pengujian User Acceptance Testing (UAT) terhadap 32 mahasiswa Program Studi Teknik Geomatika Politeknik Negeri Batam menunjukkan nilai rata-rata sebesar 4,27 atau setara 85,38%, sehingga tergolong pada kategori Sangat Layak. Temuan ini mengindikasikan bahwa aplikasi mendapat sambutan positif dari pengguna dan sesuai dimanfaatkan sebagai media pembelajaran interaktif guna mendukung proses belajar mandiri, sekaligus menjadi alternatif pembelajaran di tengah keterbatasan jumlah alat Theodolite yang tersedia di laboratorium. Namun demikian, hasil UAT pada penelitian ini hanya menggambarkan tingkat penerimaan pengguna terhadap aplikasi dan tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa aplikasi mampu meningkatkan pemahaman ataupun hasil belajar mahasiswa, karena penelitian ini tidak menggunakan metode eksperimen, seperti *pre-test* dan *post-test*.

Adapun keterbatasan penelitian ini terletak pada cakupan evaluasi yang hanya menitikberatkan pada tingkat penerimaan pengguna melalui UAT, sehingga belum mampu memberikan bukti objektif mengenai efektivitas aplikasi dalam meningkatkan hasil belajar maupun pemahaman mahasiswa. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan metode eksperimen, seperti *pre-test* dan *post-test*, untuk mengevaluasi efektivitas aplikasi terhadap hasil belajar secara lebih objektif. Selain itu, pengembangan aplikasi dapat diarahkan pada penambahan simulasi penggunaan Theodolite, penyediaan umpan balik pada setiap latihan, peningkatan kualitas model 3D, serta optimasi performa aplikasi berbasis WebGL pada perangkat Android agar pengalaman belajar menjadi lebih ringan, responsif, dan mudah diakses. Selain itu, hasil validasi ahli terhadap konten aplikasi (rata-rata skor 3,50 dari skala 1-4, kategori sangat sesuai) turut menegaskan bahwa materi dan komponen Theodolite yang disajikan telah sesuai dengan

kompetensi dasar mata kuliah Ilmu Ukur Tanah/Survei Geomatika, dengan seluruh catatan perbaikan dari validator (lihat Bagian 2.2.3) telah ditindaklanjuti sebelum tahap distribusi.

ACKNOWLEDGEMENTS

Atas doa dan dukungan yang senantiasa diberikan, penulis menyampaikan terima kasih kepada orang tua beserta keluarga. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Bapak Cahya Miranto selaku dosen pembimbing atas arahan dan dukungan yang diberikan selama proses penelitian. Apresiasi turut disampaikan kepada para dosen dan mahasiswa Program Studi Teknik Geomatika Politeknik Negeri Batam yang telah bersedia menjadi responden, serta kepada rekan-rekan yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

REFERENCES

- [1] R. E. Mayer, *Multimedia Learning*, 3rd ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2021.
- [2] K. S. Farikha, N. E. S. A. Kusumaningrum, M. F. Naqiya, and S. Surayanah, "Efektivitas media pembelajaran tiga dimensi (3D) dalam mendukung inovasi pembelajaran di era digital," *ELEMENTARY: Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar*, vol. 6, no. 3, pp. 590–601, 2026. <https://doi.org/10.51878/elementary.v6i3.10823>
- [3] Unity Technologies, *Unity Manual*. 2024. [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com>
- [4] P. R. Wolf and C. D. Ghilani, *Elementary Surveying: An Introduction to Geomatics*, 16th ed. Hoboken, NJ: Pearson, 2023.
- [5] J. Li, W. Liang, and R. Lavi, "Effectiveness of virtual laboratory in engineering education: A meta-analysis," *PLOS ONE*, vol. 19, no. 12, e0316269, 2024. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0316269>
- [6] Y. Li and W. Y. Leong, "AI-enhanced virtual simulation for vocational engineering education," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, vol. 22, no. 6, em2847, 2026. <https://doi.org/10.29333/ejmste/18709>
- [7] A. Nurfikri and A. Firmanda, "FlighTech Immersion: Aplikasi VR dengan integrasi hand tracking untuk eksplorasi komponen pesawat," *Journal of Applied Multimedia and Networking (JAMN)*, vol. 9, no. 2, pp. 53–62, 2025.
- [8] M. P. Nanda, H. Abdulgani, K. Komarudin, and F. S. Ghani, "Pelatihan penggunaan alat Theodolite untuk pembelajaran ilmu ukur tanah jurusan desain pemodelan dan informasi bangunan," *Jurnal Pengabdian Ibnu Sina*, vol. 3, no. 2, pp. 141–147, 2024.
- [9] M. R. Hasrul, F. A. Yusuf, D. W. Aprianti, and M. K. M. Asnur, "PKM pelatihan penggunaan alat ukur Theodolite untuk siswa SMK Majene," *Vokatek: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, pp. 62–66, 2024.
- [10] E. Menaguale, "Immersive simulation of theodolite stationing procedures in virtual reality," M.S. thesis, Politecnico di Torino, Torino, Italy, 2025.
- [11] A. C. Luther, *Authoring Interactive Multimedia*. Boston, MA: Academic Press, 1994.
- [12] Sutopo, *Multimedia Development Life Cycle: Konsep dan Implementasi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta, 2010.
- [13] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 9th ed. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2020.
- [14] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: Alfabeta, 2017.
- [15] I. Lenaini, "Teknik pengambilan sampel purposive dan snowball sampling," *Historis: Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Sejarah*, vol. 6, no. 1, pp. 33–39, 2021.