Virtual Reality (VR) Storyboard Design on Hardware Material in Class X TKJ
[Perancangan Storyboard Virtual Reality (VR) Pada Materi Hardware di Kelas X TKJ]

Nuri Fitri Handayani[1)], Fitria Nur Hasanah [*,2)]

[1)]Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia
[2)]Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia
Email : fitrianh@umsida.ac.id

Abstract. *Hardware materials often require detailed component visualization so that students can understand the form, function, and workings of computer hardware. However, limited facilities, time, and number of hardware are the main obstacles in the learning process in schools. This study aims to design a Virtual Reality (VR) Storyboard as an initial guide for developing VR-based learning media for hardware materials in class X TKJ. This study uses the ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) development model. The subjects in this study were class X TKJ students. The research instrument used was a questionnaire with a Likert scale. The VR Storyboard for hardware materials was validated by media experts and material experts. The validation results from media experts obtained a score percentage of 96% with a very feasible category, the validation results from material experts obtained a score percentage of 97% with a very feasible category. So it can be concluded that the VR Storyboard for hardware materials is very feasible to be implemented in the development of VR for the learning process.*

Keywords - *hardware; virtual reality (VR); Storyboard*

Abstrak. *Materi hardware sering kali membutuhkan visualisasi komponen secara mendetail agar siswa dapat memahami bentuk, fungsi, dan cara kerja perangkat keras komputer. Namun, keterbatasan fasilitas, waktu, dan jumlah perangkat keras menjadi kendala utama dalam proses pembelajaran di sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang Storyboard Virtual Reality (VR) sebagai panduan awal pengembangan media pembelajaran berbasis VR untuk materi hardware di kelas X TKJ. Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas X TKJ. Instrumen penelitian yang digunakan berupa angket dengan skala likert. Storyboard VR materi hardware divalidasi oleh ahli media dan ahli materi. Hasil validasi dari ahli media mendapatkan persentase skor sebesar 96% dengan kategori sangat layak, hasil validasi ahli materi mendapatkan persentase skor sebesar 97% dengan kategori sangat layak. Maka dapat disimpulkan bahwa Storyboard VR materi hardware sangat layak untuk diimplementasikan dalam pengembangan VR untuk proses pembelajaran.*

Kata Kunci - *hardware; virtual reality (VR); Storyboard*

I. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah memberikan dampak yang signifikan terhadap dunia pendidikan. Pendidikan membutuhkan perkembangan media pembelajaran yang inovatif [1]. Salah satu media pembelajaran yang semakin berkembang adalah pemanfaatan teknologi *Virtual Reality* (VR) dalam proses pembelajaran [2]. VR menawarkan pengalaman belajar yang imersif dengan menghadirkan lingkungan virtual yang dapat diinteraksikan secara langsung oleh siswa. Teknologi ini diyakini memiliki potensi untuk mengatasi keterbatasan pembelajaran konvensional, terutama untuk materi yang memerlukan pemahaman mendalam dan pengalaman praktis [2] . Sebagai contoh, materi *hardware* dalam Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) kelas X Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) sering kali memerlukan pendekatan praktikum agar siswa dapat memahami komponen-komponen komputer secara menyeluruh.

Penggunaan VR dalam pembelajaran memberikan dampak positif terhadap motivasi belajar siswa [2]. Pembelajaran yang mengintegrasikan VR memungkinkan peserta didik untuk memvisualisasikan konsep *hardware* dengan lebih jelas, seperti mengeksplorasi detail perangkat keras komputer secara virtual dan memahami fungsinya melalui simulasi interaktif. Ini sangat penting, mengingat materi *hardware* sering kali diajarkan secara teoretis, sehingga siswa kesulitan membayangkan bentuk nyata dari komponen yang dipelajari.

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

Di SMK jurusan TKJ, kompetensi dasar yang berkaitan dengan *hardware* meliputi pengenalan, perakitan, dan pemeliharaan perangkat keras komputer [3]. Namun, selama proses pembelajaran, beberapa tantangan sering kali muncul, seperti keterbatasan perangkat keras untuk praktik, kurangnya visualisasi detail, serta waktu dan fasilitas yang terbatas di sekolah. Kondisi ini berpotensi menghambat pembelajaran dan mengakibatkan kurangnya motivasi untuk siswa terhadap materi yang diajarkan [2]. Keterbatasan sarana praktik di sekolah dapat menciptakan kesenjangan antara pemahaman teori dan praktik dalam materi *hardware* komputer [4].

Media pembelajaran yang inovatif dan interaktif dapat mengoptimalkan proses pembelajaran dikelas [5] [6]. Namun, media konvensional seperti buku teks kurang mampu memberikan pengalaman praktis yang mendalam bagi siswa. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang lebih interaktif dan berbasis teknologi untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih baik [7]. Teknologi VR dapat menjadi solusi atas tantangan tersebut. Dengan menggabungkan unsur visualisasi tiga dimensi (3D) dan interaksi langsung, VR dapat memberikan pengalaman belajar yang mendekati praktik nyata [8] [9].

Hal ini sesuai dengan observasi yang dilakukan oleh peneliti di kelas X TKJ 1 SMK Muhammadiyah 1 Pandaan diperoleh informasi bahwa banyak siswa yang biasa saja ketertarikannya dalam materi *hardware* (perangkat keras) dikarenakan sulit untuk dipahami dan kurangnya media yang digunakan pada materi tersebut . Berdasarkan hal tersebut, maka peneliti menyarankan mengembangkan media VR pada pembelajaran materi *hardware*. Dalam mengembangkan media berbasis VR, ada beberapa tahapan yaitu mengidentifikasi, mengkonsep, perancangan, pengumpulan bahan, pembuatan, dan pengujian [3]. Salah satu tahap paling penting dalam pengembangan VR adalah perancangan yang harus dilakukan termasuk pembuatan *storyboard*. *Storyboard* adalah serangkaian gambar ilustrasi yang dirancang untuk menjelaskan dalam format visual atau gambar apa arti isi sebuah skenario [10] [11].

Perancangan *storyboard* menjadi langkah awal yang krusial untuk pengembangan. *Storyboard* berfungsi sebagai representasi visual yang menggambarkan alur cerita, interaksi, dan tampilan dalam aplikasi VR yang akan dikembangkan [10]. Dengan merancang *storyboard* yang baik, pengembang dapat memastikan bahwa materi pembelajaran yang disampaikan selaras dengan tujuan pendidikan dan kebutuhan siswa. *Storyboard* dalam pengembangan media VR sangatlah penting, karena dapat mempermudah penyusunan alur interaktif yang logis dan efektif [12]. Desain *storyboard* yang tepat juga berperan dalam mengurangi kemungkinan miskonsepsi dalam pembuatan konten VR.

Perancangan s*toryboard* terdapat tiga tahapan utama, yaitu *Thumbnail*, *Rough Storyboard*, dan *Clean-Up Storyboard* [13]. Tahap pertama *thumbnail*, berfokus pada sketsa kecil dan sederhana untuk mengeksplorasi ide dasar serta komposisi visual setiap adegan secara cepat. Selanjutnya yaitu *rough storyboard* mengembangkan *thumbnail* dengan menambahkan detail lebih jelas pada karakter, gerakan, ekspresi, dan posisi kamera, serta sering disertai anotasi untuk menjelaskan elemen penting. Terakhir *clean-up storyboard* adalah tahap finalisasi, di mana gambar dibuat lebih rapi dan detail, dengan garis tegas, catatan teknis lengkap, serta penyesuaian proporsi dan perspektif agar siap digunakan sebagai panduan produksi. Ketiga tahap ini saling melengkapi untuk menciptakan *storyboard* yang efektif dan terstruktur [10].

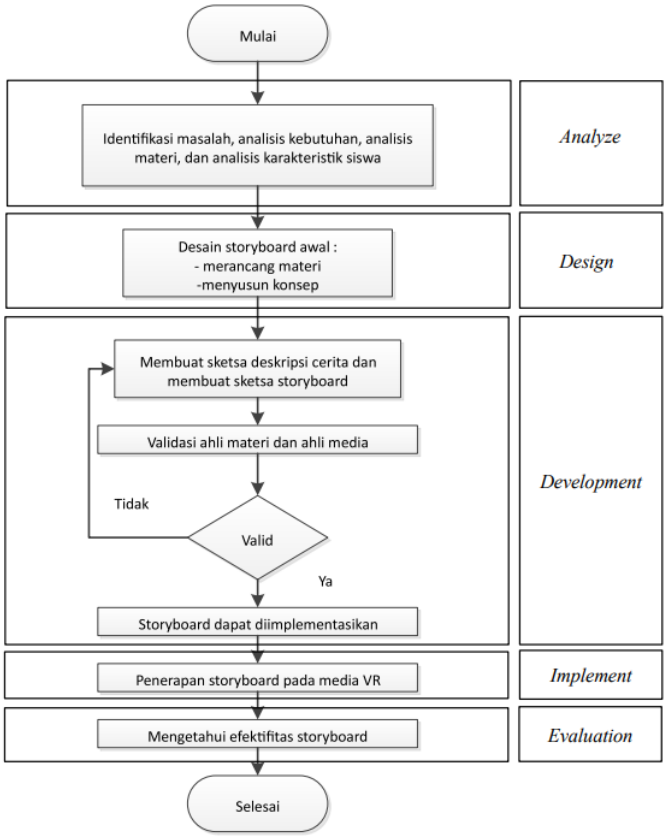
Perancangan *storyboard* VR ditujukan untuk materi *hardware* kelas X TKJ, diharapkan menjadi salah satu cara untuk mengoptimalkan media pembelajaran inovatif dan interaktif [12]. Selain itu, penggunaan VR juga dapat membantu guru dalam menyampaikan materi secara lebih menarik dan efektif, menjadikan proses pembelajaran menjadi lebih inovatif dan berpusat pada siswa [7]. Di samping manfaat bagi siswa dan guru, penerapan VR dalam pembelajaran juga diharapkan sejalan dengan tren global dalam pendidikan berbasis teknologi [2]. Banyak Negara-negara maju yang mengimplementasikan teknologi VR dalam pendidikan untuk memperkuat pembelajaran berbasis keterampilan abad ke-21 [14]. Melalui inovasi ini, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan teoritis, tetapi juga pengalaman praktis yang mendalam.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang *storyboard* Virtual Reality (VR) untuk materi hardware kelas X TKJ. Langkah ini diharapkan menjadi solusi inovatif dalam mengoptimalkan media pembelajaran dan memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kualitas media pembelajaran di era digital.

II. Metode

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D). Metode R&D bertujuan untuk menghasilkan suatu produk serta menguji efektivitas atau validitasnya [15]. Dalam penelitian ini, menerapkan pengembangan model ADDIE, yang mencakup lima tahap utama: *analyze, design, development, implement, dan evaluation*. Konsep ADDIE digunakan untuk mengembangkan desain produk pembelajaran yang terfokus secara individual dan interaktif antara guru, siswa dan lingkungan [16]. Komponen ADDIE saling berhubungan dan terstruktur secara sistematis [16]. Prosedur pengembangan *storyboard* dapat diketahui melalui flowchart Gambar 1.

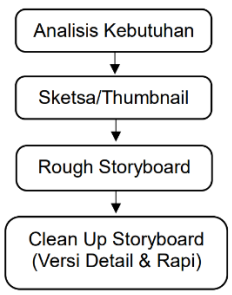
Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.



Gambar 1. Prosedur pengembangan *Storyboard* ADDIE

Tahap *Analyze* (analisis) adalah tahap pertama dalam model ADDIE. Pada tahap ini akan dilakukan proses untuk memahami kebutuhan, mengidentifikasi masalah, analisis materi, dan analisis karakteristik siswa. Untuk mendapatkan analisis yang sesuai, maka analisa dilakukan pengembangan media yaitu analisa kebutuhan bahan ajar melalui *storyboard* untuk menganalisis perlunya pengembangan bahan ajar sesuai tujuan pembelajaran [17]. Analisis ini meliputi analisis tugas (analisis permasalahan pokok dalam pembelajaran), analisis siswa (analisis kebutuhan siswa), konsep, dan prosedur materi pembelajaran, serta tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

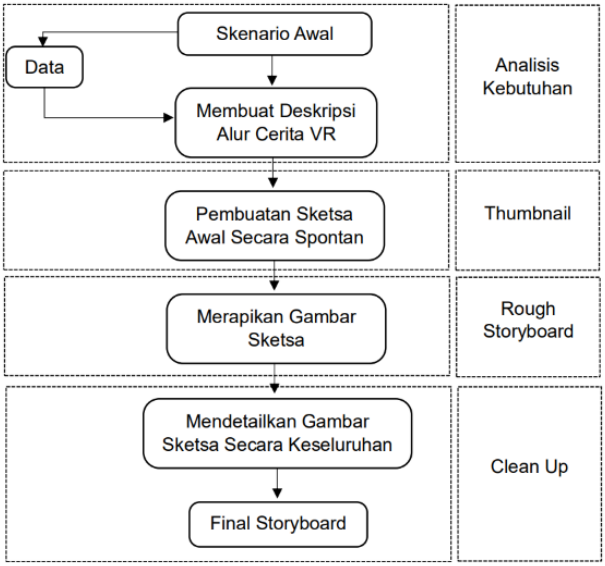
Tahap *Design* (desain) dikenal dengan istilah untuk pembuatan rancangan. Berbagai pertimbangan dalam tahap analisis dimaknai bahwa format teknis *storyboard* diwujudkan dengan mempertimbangkan karakteristiknya. Pada tahap desain, hasil tahap analisis dipertimbangkan agar desain yang dihasilkan memenuhi persyaratan yang ada. Perencanaan produk pertama membuat *storyboard* awal. Berdasarkan hasil dan analisis produk sesuai kebutuhan, maka dikembangkanlah desain produk dengan fungsionalitas yang dibutuhkan. Rencana produk diuraikan dalam *storyboard*. Pada tahap desain, peneliti membuat sebuah kerangka perancangan untuk *storyboard*. Peneliti mengambil referensi kerangka perancangan *storyboard* dari peneliti sebelumnya [10]. Kerangka perancangan *storyboard* yang telah dikembangkan peneliti dapat dilihat pada Gambar 2 [10].



Gambar 2. Kerangka Perancangan *Storyboard*

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

Tahap *Development* (pengembangan) ini mewakili rancangan dan biasa disebut sebagai desain menjadi kenyataan. Yang mana pada tahap ini sesuatu yang dibutuhkan atau yang terkait untuk dikembangkan pada bentuk yang lebih konkrit. Tahap selanjutnya setelah *storyboard* selesai, yaitu uji validasi oleh ahli media dan ahli materi untuk mengetahui *storyboard* yang telah dirancang valid atau tidak valid. Peneliti harus menyadari fakta bahwa *storyboard*



yang baik adalah *storyboard* akhir yang dibuat berdasarkan tujuan pembelajaran dan dapat mencapai tujuan [18]. Sistematika perancangan *storyboard* dijabarkan pada Gambar 3 [10].

Gambar 3. Sistematika Perancangan *Storyboard*

Tahap *Implement* (implementasi) merupakan langkah nyata untuk mengimplementasikan *storyboard* yang telah dikembangkan peneliti. Pada tahap ini *storyboard* sudah selesai dikembangkan, lalu untuk mengimplementasikannya dengan cara mengembakan VR dengan *storyboard* yang telah dikembangkan. *Storyboard* dikembangkan dan disusun sedemikian rupa sehingga tampilannya sesuai dengan peran dan fungsinya serta dapat digunakan.

Tahap *Evaluation* (evaluasi) adalah proses menentukan apakah produk yang dirancang peneliti sudah berhasil sesuai dengan harapan awal. Langkah ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan *storyboard* untuk pengembangan VR. Penelitian ini hanya dilakukan sampai dengan tahap pengembangan (development) dikarenakan adanya keterbatasan waktu dan sarana dalam penelitian [15].

Teknik analisis data untuk kriteria validasi dari ahli media dan ahli materi dengan rumus [19] :

$$P = \frac{Jumlah\ skor\ yang\ diperoleh}{Jumlah\ skor\ maksimum}\ x\ 100\%$$

Keterangan :
P = presentase penilaian

Instrumen yang digunakan untuk uji validasi *storyboard* adalah angket dan di uji oleh ahli media dan ahli materi. Kriteria penilaian validasi yang digunakan tertera pada Tabel 1 [19].

Tabel 1. Kriteria Penilaian Validasi

Persentase Validasi	Kriteria
81%-100%	Sangat Valid
61%-80%	Valid
41%-60%	Cukup Valid
21%-40%	Kurang Valid
0%-20%	Tidak Valid

Terdapat dua instrumen yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu uji validasi ahli media dan uji validasi ahli materi. Indikator untuk uji validasi ahli media terdiri dari aspek kejelasan, aspek kesesuaian, aspek estetika, aspek fungsionalitas, dan aspek inovasi. Indikator untuk uji validasi ahli materi terdiri dari kesesuaian materi, visualisasi dan

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

desain, alur cerita, kesesuaian dengan karakteristik siswa, ide dan kreativitas. Penilaian dari para ahli akan menentukan apakah *Storyboard* sudah valid atau tidak. Hasil penilaian uji validasi ahli media dan ahli materi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penilaian Uji Validasi Ahli Media dan Ahli Materi

No	Validator	Persentase %	Kriteria
1	Ahli Media	96	Sangat Valid
2	Ahli Materi	97	Sangat Valid

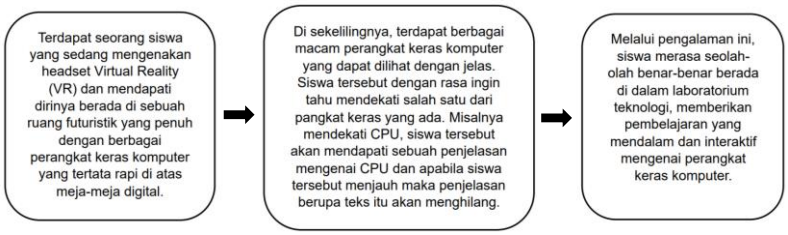
Tabel 2 merupakan hasil uji validasi oleh ahli media dan ahli materi. Hasil dari uji validasi ahli media mendapatkan nilai 96% dengan kategori sangat valid dan untuk uji validasi ahli materi mendapatkan nilai 97% dengan kategori sangat valid. Para ahli sepakat bahwa *Storyboard* yang dikembangkan peneliti sangat valid, sehingga *Storyboard* dapat di katakan sangat layak untuk digunakan dalam pengembangan VR [13] [20].

III. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari penelitian dan pengembangan ini adalah *Storyboard* VR pada materi *hardware*. Pengembangan yang dihasilkan melalui beberapa tahapan dengan menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analyze*, *Design*, *Development, Implement, Evaluation*) [15]. Tahap pertama yaitu analisis yang terdiri dari beberapa tahap : identifikasi masalah, analisis kebutuhan, analisis materi, dan analisis karakteristik siswa. pada tahap ini, peneliti melakukan observasi pembelajaran pada siswa kelas X TKJ 1 SMK Muhammadiyah 1 Pandaan. Permasalahan yang teridentifikasi meliputi pembelajaran yang dianggap membosankan dan kurang interaktif. Media pembelajaran yang digunakan masih berbasis buku teks dan power point, sementara siswa lebih tertarik pada metode pembelajaran yang melibatkan penggunaan teknologi dan interaksi langsung. Peneliti memberikan kuisioner kepada siswa untuk mengetahui kebutuhan siswa dalam melakukan pembelajaran dan mengetahui materi yang kurang dipahami. Dari hasil kuisioner ditemukan bahwa kurangnya media pembelajaran interaktif menyebabkan siswa kesulitan memahami konsep-konsep dalam materi hardware.

Tahap kedua yaitu desain, dimana pada tahap ini mulai membuat rancangan *Storyboard* VR. Pada perancangan *Storyboard* VR ini peneliti membuat kerangka untuk merancang *Storyboard* VR agar terstruktur. Kerangka perancangan *Storyboard* VR mencakup tahapan yang akan dilakukan dalam mengembangkan *Storyboard* VR, yaitu analisis kebutuhan, *thumbnail, rough Storyboard, dan final Storyboard* [13]. Tahap ketiga yaitu pengembangan merupakan langkah penting dalam merealisasikan rancangan yang telah disusun dalam tahap desain. Pada tahap ini, konsep yang sebelumnya hanya berupa rancangan dikembangkan menjadi bentuk yang lebih konkret. Proses pengembangan ini mencakup berbagai aspek yang diperlukan untuk memastikan bahwa produk yang dikembangkan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. *Storyboard* VR yang dikembangkan akan menjadi panduan dalam proses produksi, sehingga harus dirancang secara sistematis dan terstruktur agar dapat merepresentasikan alur pembelajaran dengan baik.

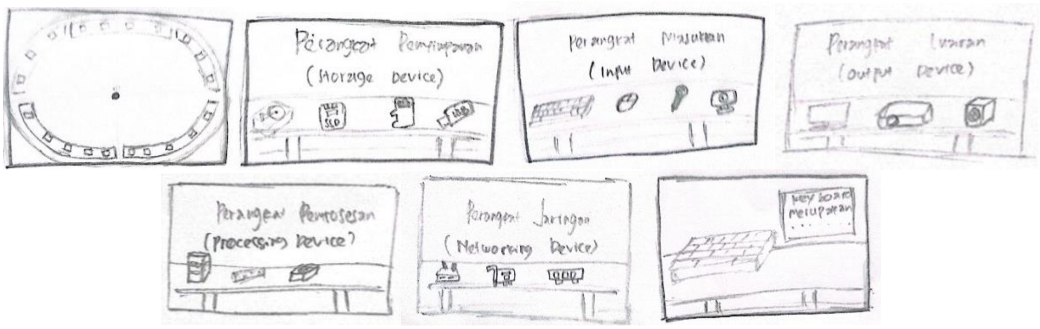
Langkah pertama dalam mengembangkan *Storyboard* yaitu analisis kebutuhan. Dalam hal ini peneliti membuat sebuah cerita atau skenario awal mengenai jalannya VR untuk materi *hardware.* Skenario dapat dilihat pada Gambar 4 [10].



Gambar 4. Skenario Awal *Storyboard* VR Materi *Hardware*

Langkah selanjutnya *thumbnail* merupakan teknik membuat sketsa secara spontan dengan cara *hand-drawing*. Tujuan sketsa ini adalah untuk mendesain secara visual alur pengalaman VR. Setiap gambar disusun secara berurutan untuk menunjukkan tahapan pengalaman pengguna VR, dari memasuki dunia VR hingga menjelajahi lingkungan dan bereaksi terhadap berbagai komponen yang ada [21]. Sketsa ditunjukkan pada Gambar 5.

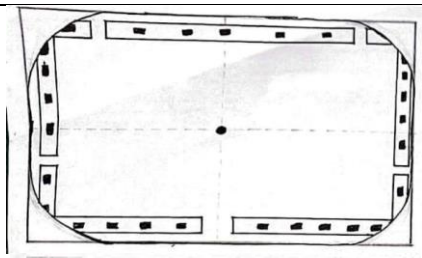
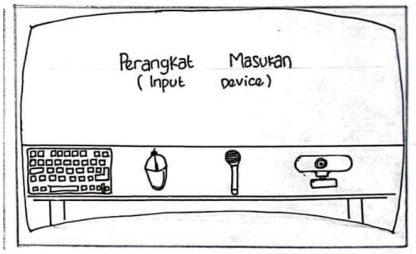
Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.



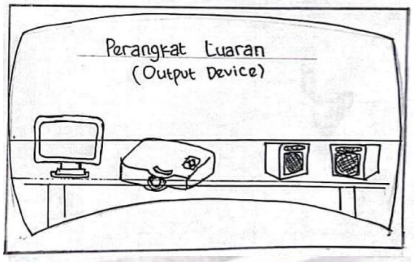
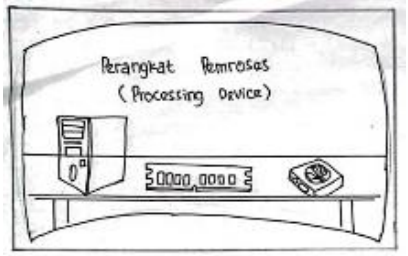
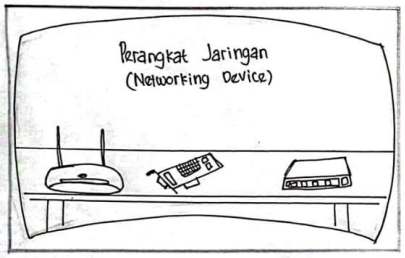
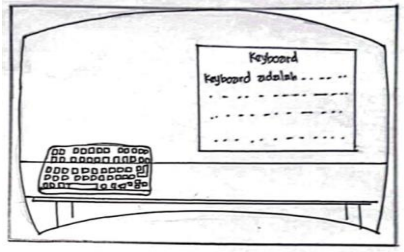
Gambar 5. *Thumbnail Storyboard*

Peneliti melanjutkan ke tahap *rough storyboard* untuk memperjelas dan merapikan garis sketsa yang telah dibuat sebelumnya. Pada tahap ini, detail karakter mulai diperjelas agar komponen dapat terlihat lebih nyata. Tidak hanya meningkatkan kejelasan gambar, tahap ini juga melibatkan penambahan deskripsi pada setiap panel. Deskripsi ini mencakup informasi yang mungkin terjadi dalam dunia VR. Selain itu, elemen-elemen penting dalam lingkungan virtual juga mulai didefinisikan dengan lebih baik untuk memastikan keselarasan antara visual dan skenario yang dirancang [21]. *Rough Storyboard* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Rough Storyboard* VR *Hardware*

No	Visualisasi	Deskripsi
1		Tampilan 360º sudut pandang dari atas. Titik di bagian tengah merupakan gambaran ketika seseorang sedang menggunakan VR. Dalam gambar disamping menunjukkan terdapat beberapa bagian untuk perangkat hardware berdasarkan jenisnya.
2		Tampilan dari bagian perangkat penyimpanan (storage device).
3		Tampilan dari bagian perangkat masukan (input device).

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

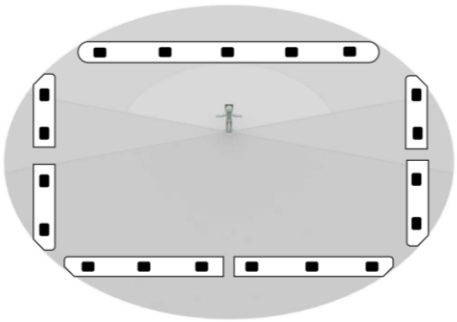
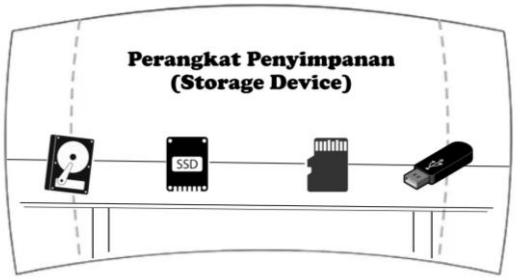
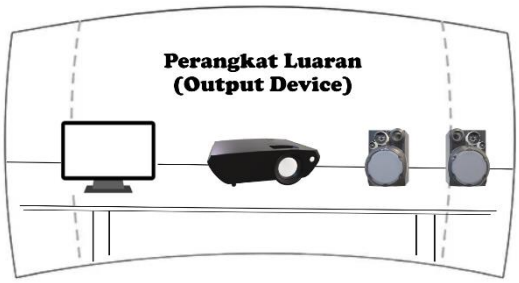
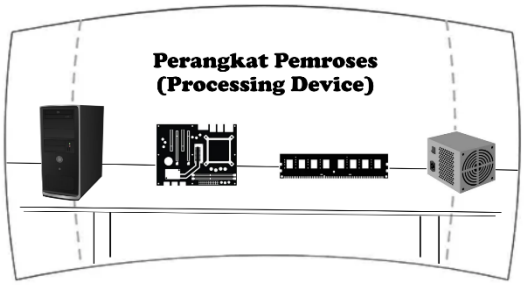
4		Tampilan dari bagian perangkat luaran (output device).
5		Tampilan dari bagian perangkat pemroses (processing device).
6		Tampilan dari bagian perangkat jaringan (networking device).
7		Tampilan ketika pengguna VR mendekati objek 3D dari salah satu perangkat *hardware.*

Proses *clean-up storyboard* merupakan tahap akhir dalam pembuatan *storyboard* VR. Pada tahap ini, sketsa yang sebelumnya masih kasar diperjelas dengan garis yang lebih rapi dan detail, sehingga setiap elemen, baik karakter maupun objek dalam dunia VR tampak lebih terdefinisi. Selain penyempurnaan visual, deskripsi pada setiap panel juga diperjelas agar memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai alur pengalaman VR. Deskripsi ini mencakup informasi tentang bagaimana pengguna akan berinteraksi dalam materi *hardware* yang disajikan. Dengan *storyboard* yang lebih terstruktur dan informatif, pengembangan konsep yang telah dirancang dapat dilakukan dengan lebih mudah, sehingga VR yang dihasilkan lebih akurat dan selaras dengan tujuan pembelajaran [21]. Desain *clean-up storyboard* dapat dilihat pada Tabel 4.

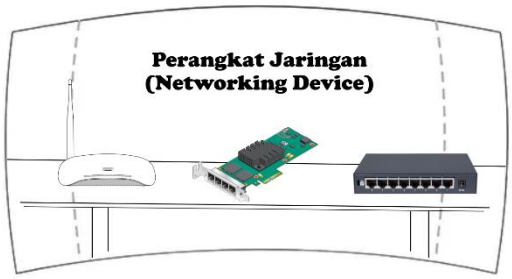
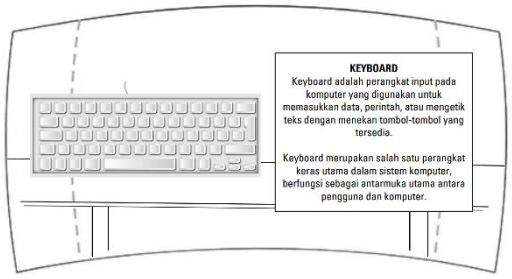
Tabel 4. *Clean Up Desain Storyboard* VR *Hardware*

No	Visualisasi	Deskripsi

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

1		Tampilan 360º sudut pandang dari atas. Titik di bagian tengah merupakan gambaran ketika seseorang sedang menggunakan VR. Terdapat beberapa meja dengan komponen *hardware* di atasnya dan setiap meja memiliki golongan masing-masing dari jenis *hardware.* Terdapat 5 jenis *hardware,* perangkat penyimpanan, perangkat masukan, perangkat luaran, perangkat pemroses, dan perangkat jaringan.
2		Tampilan dari bagian perangkat penyimpanan (storage device). Pada bagian ini akan terdapat sebuah meja, dimana pada meja tersebut terdapat tampilan 3D dari setiap jenis perangkat. Tampilan 3D pada perangkat penyimpanan yaitu Hard Disk Drive (HDD), Solid State Drive (SSD), Flash Drive (USB Drive), dan Memory Card (SD Card)
3		Tampilan dari bagian perangkat masukan (input device). Pada bagian ini akan terdapat sebuah meja, dimana pada meja tersebut terdapat tampilan 3D dari setiap jenis perangkat. Tampilan 3D pada perangkat penyimpanan yaitu keyboard, mouse, microphone, webcam, joystick, dan scanner.
4		Tampilan dari bagian perangkat luaran (output device). Pada bagian ini akan terdapat sebuah meja, dimana pada meja tersebut terdapat tampilan 3D dari setiap jenis perangkat. Tampilan 3D pada perangkat penyimpanan yaitu monitor, projector, speaker, dan printer.
5		Tampilan dari bagian perangkat pemroses (processing device). Pada bagian ini akan terdapat sebuah meja, dimana pada meja tersebut terdapat tampilan 3D dari setiap jenis perangkat. Tampilan 3D pada perangkat penyimpanan yaitu Central Processing Unit (CPU), Motherboard, RAM (Random Access Memory), Power Supply Unit (PSU), dan Graphics Processing Unit (GPU).

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

6		Tampilan dari bagian perangkat jaringan (networking device). Pada bagian ini akan terdapat sebuah meja, dimana pada meja tersebut terdapat tampilan 3D dari setiap jenis perangkat. Tampilan 3D pada perangkat penyimpanan yaitu Router, Network Interface Card (NIC), Switch, dan Modem.
7		Tampilan ketika pengguna VR mendekati objek 3D dari salah satu perangkat *hardware.* Ketika pengguna mendekati salah satu objek 3D, maka akan memunculkan deskripsi dari objek tersebut dan ketika pengguna menjauhi objek maka deskripsi objek otomatis hilang.

Tahap perancangan *storyboard* selesai, selanjutnya adalah uji validasi oleh ahli media dan ahli materi. Validasi ini bertujuan untuk menilai kelayakan *storyboard* yang telah dirancang, baik dari segi desain, keterbacaan, kelengkapan informasi, maupun kesesuaian dengan tujuan pembelajaran. Penilaian dari para ahli akan menentukan apakah *storyboard* tersebut sudah valid atau masih memerlukan revisi [15]. Uji validasi ahli media di uji oleh dosen Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang ahli dalam hal pengembangan media dan untuk uji ahli materi di uji oleh guru SMK Muhammadiyah 1 Pandaan yang menjabat sebagai kepala kompetensi keahlian TKJ sekaligus guru mata pelajaran dasar-dasar jaringan komputer dan telekomunikasi. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari uji validasi ahli media mendapatkan nilai 96% dengan kategori sangat valid dan untuk uji validasi ahli materi mendapatkan nilai 97% dengan kategori sangat valid [5] [19].

Berdasarkan hasil yang di uraikan pada penelitian, diperoleh hasil bahwa perancangan *storyboard* VR materi *hardware* untuk kelas X TKJ sangat valid untuk diimplementasikan dalam pengembangan VR. *Storyboard* ini dikembangkan sebagai langkah awal dalam menciptakan media pembelajaran VR yang lebih terstruktur dan sistematis. Dengan adanya *storyboard*, alur pembelajaran dalam VR dapat dirancang dengan jelas, mulai dari pengenalan komponen perangkat keras, fungsi setiap bagian, hingga cara kerjanya dan proses perakitannya. Hal ini bertujuan agar peserta didik dapat memahami konsep perangkat keras dengan lebih baik melalui pengalaman visual dan interaktif yang ditawarkan oleh VR. Penggunaan *storyboard* dalam pengembangan VR juga berfungsi sebagai panduan dalam menentukan elemen visual, animasi, dan interaksi yang akan diterapkan dalam VR. Hal ini selaras dengan penelitian yang menyatakan bahwa *storyboard* yang baik yaitu *storyboard* yang mampu menggambarkan alur secara sistematis, jelas, dan mudah dipahami [10].

Penelitian sebelumnya telah menyatakan bahwa pengembangan *storyboard* yang baik harus memenuhi beberapa kriteria, seperti kesesuaian dengan materi, alur yang sistematis, integrasi antara teks dan visual, serta kemudahan implementasi ke dalam media pembelajaran berbasis teknologi [13]. Dalam merancang *storyboard* VR untuk materi *hardware*, semua kriteria tersebut telah terpenuhi dengan baik. Hal ini dibuktikan melalui proses validasi yang dilakukan oleh ahli media dan ahli materi, di mana hasil pengujian menunjukkan persentase validitas yang sangat tinggi. Dengan hasil tersebut, *storyboard* yang telah dirancang dinyatakan layak untuk diimplementasikan dalam pengembangan media pembelajaran berbasis VR.

IV. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa storyboard VR dirancang untuk mengoptimalkan media pembelajaran interaktif. Proses perancangan *storyboard* VR mengunakan metode pengembangan ADDIE yang terdiri dari 5 tahap yaitu *analyze, design, development, implement, dan evaluation*. Produk akhir yang dihasilkan yaitu *storyboard* VR untuk materi *hardware* kelas X TKJ. *Storyboard* VR sudah di uji kelayakannya, hasil uji validasi ahli materi mendapatkan presentase sebesar 97% yang tergolong pada kategori sangat valid dan hasil uji validasi ahli media mendapatkan presentase sebesar 96% yang tergolong pada kategori sangat valid, sehingga dapat dikatakan bahwa storyboard layak untuk diterapkan pada pengembangan VR.

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih saya ucapkan kepada Kepala Sekolah SMK Muhammadiyah 1 Pandaan atas dukungan yang diberikan untuk kepada peneliti dan terimakasih kepada dosen pembimbing yang selal umembantu dan mengarahkan untuk mendapatkan hasil yang terbaik dalam penelitian.

Referensi

[1] R. Novita and S. Z. Harahap, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Sistem Komputer Di Smk," *J. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 36–44, 2020, doi: 10.36987/informatika.v8i1.1532.

[2] M. N. Azmi, H. Mansur, and A. H. Utama, "Potensi Pemanfaatan Virtual Reality Sebagai Media Pembelajaran Di Era Digita," *J. Dimens. Pendidik. dan Pembelajaran*, vol. 12, no. 1, pp. 211–226, 2024, [Online]. Available: http://journal.umpo.ac.id/index.php/dimensi/index

[3] H. A. Musril, J. Jasmienti, and M. Hurrahman, "Implementasi Teknologi Virtual Reality Pada Media Pembelajaran Perakitan Komputer," *J. Nas. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 1, p. 83, 2020, doi: 10.23887/janapati.v9i1.23215.

[4] J. Enstein, Y. A. Benufinit, and N. D. . Sampaio, "Pengembangan Game Edukasi Komponen Hardware," *J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 32–37, 2019.

[5] Y. A. Tiara Nawastu, "Pengembangan Media Pembelajaran Virtual Reality Pada Mata Pelajaran Desain Grafis Percetakan Di Smkn 1 Jetis Mojokerto," *J. IT-EDU.*, vol. 05, no. 01, pp. 15–22, 2020.

[6] W. Hartanto, "Penggunaan E-Learning sebagai Media Pembelajaran," *J. Pendidik. Ekon.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–18, 2016.

[7] A. F. D. Rany, M. Arif, E. Y. Wijaya, and ..., "Pengembangan Media Pembelajaran Materi Perakitan Komputer Berbasis Virtual Reality untuk Kelas X SMK IPIEMS," *J. Educ. …*, vol. 4, no. 1, pp. 20–27, 2023, [Online]. Available: https://journal.trunojoyo.ac.id/jedumatic/article/view/24778%0Ahttps://journal.trunojoyo.ac.id/jedumatic/article/viewFile/24778/9337

[8] A. A. Al Jabbar, "Perancangan Aplikasi Virtual Reality Menggunakan Multimedia Development Life Cycle untuk Menunjang Proses Pembelajaran Explore Engine di Laboratorium Sistem Manufaktur UII," pp. 1–113, 2021, [Online]. Available: https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/38790

[9] M. Aminudin, "Memperkenalkan Perangkat Teknologi Teknorat Menggunakan Panorama 360° Berbasis Android," *J. Teknol. Pint.*, vol. 2, no. 5, pp. 1–8, 2022, [Online]. Available: http://teknologipintar.org/index.php/teknologipintar/article/view/161%0Ahttp://teknologipintar.org/index.php/teknologipintar/article/download/161/148

[10] M. Rodríguez, Velastequí, "Perancangan Storyboard untuk Film Aanimasi 2D Lontong Cap Gomeh," vol. 6, no. 3, pp. 1–23, 2019.

[11] A. Rofik, A. Mariono, and A. Sumarno, "Pengembangan Media Video Pembelajaran untuk Meningkatkan Pengembangan Storyboard Mata Kuliah Animasi 2 Dimensi dan 3 Dimensi," vol. 5, no. 1, pp. 4–7, 2025, doi: 10.17977/um065.v5.i1.2025.4.

[12] F. J. Purba and C. A. Haryani, "Design Storyboard dalam Mengembangkan Virtual Laboratorium," vol. 8, no. 2, pp. 323–329, 2024.

[13] F. S. Sauri, "Perancangan Storyboard Dalam Film Animasi 3D ' Sons of Pandawa ' Storyboard Design in 3D Animation Film ' Sons of Pandawa ,'" *e-Proceeding Art Des.*, vol. 6, no. 2, pp. 1672–1680, 2019.

[14] R. Rahmawati, F. Rahmawati, R. D. Putri, N. Nurdin, and Y. Rizal, "Pengembangan Virtual Reality dalam Upaya Meningkatkan Kesiapan Mahasiswa untuk Menghadapi Pengenalan Lapangan Persekolahan," *J. Basicedu*, vol. 6, no. 6, pp. 10016–10025, 2022, doi: 10.31004/basicedu.v6i6.4178.

[15] A. Sofi and F. N. Hasanah, "Development of the Android-based " Misi Gimako " Game as a Class X High School Learning Media . [Pengembangan Game ' Misi Gimako ' Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Kelas X SMA]," pp. 1–7.

[16] K. Anafi, I. Wiryokusumo, and I. P. Leksono, "Pengembangan Media Pembelajaran Model Addie Menggunakan Software Unity 3D," *J. Educ. Dev.*, vol. 9, no. 4, pp. 433–438, 2021.

[17] Novyanti, H. I. Dewi, and W. Winata, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Aplikasi Wordwall Untuk Meningkatkan Kreativitas Kognitif Anak Dalam Pembelajaran Bahasa Inggris," *J. Instr.*, vol. 4, no. 1, pp. 27–33, 2022.

[18] G. A. Putra, R. Kridalukmana, and K. T. Martono, "Pembuatan Simulasi 3D Virtual Reality Berbasis Android Sebagai Alat Bantu Terapi Acrophobia," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 5, no. 1, p. 29, 2017, doi: 10.14710/jtsiskom.5.1.2017.29-36.

[19] R. Rindiani and F. N. Hasanah, "Pengembangan Mobile Learning 'Detektif Siput' Kelas X SMK," *Media*

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

Penelit. Pendidik. J. Penelit. dalam Bid. Pendidik. dan Pengajaran, vol. 16, no. 2, pp. 192–202, 2022, doi: 10.26877/mpp.v16i2.13183.
[20] R. Wardoyo, "Virtual Reality Sebagai Media Pembelajaran Jaringan Komputer," *J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, vol. 14, no. 2, pp. 248–254, 2023, doi: 10.51903/jtikp.v14i2.586.
[21] Subkhi Mahmasani, "Perancangan Storyboard dalam Film Pendek Animasi 2D 'LOVELY PAWS,'" vol. 6, no. 2, pp. 274–282, 2020.

Conflict of Interest Statement:
The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.