

Prinsip Animasi 3D Komputer dalam Film Animasi dan Implementasinya: Sebuah Kajian Literatur

Akmal Zulkifli¹, Muhamad Firdaus², Rasim^{3*}, Fitra Bona Sari⁴, Ira Fazira⁵

^{1,2,3} Ilmu Komputer, Fakultas Pendidikan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, INDONESIA

⁴ Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Prima Indonesia, INDONESIA

⁵ Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, INDONESIA

*Penulis korespondensi

Article Info:

Submitted: December 20, 2023

Reviewed: January 30, 2024

Accepted: January 31, 2024

Corresponding Author:

Rasim

Ilmu Komputer, Fakultas
Pendidikan Matematika Ilmu
Pengetahuan Alam, Universitas
Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudi No.229, Isola,
Kec. Sukasari, Kota Bandung,
Jawa Barat, INDONESIA
Email: rasim@upi.edu

Abstrak

Animasi 3D komputer mengalami kemajuan signifikan dalam dekade terakhir. Pesatnya perkembangan teknologi informasi dan perangkat lunak desain grafis membawa animasi 3D ke tingkat yang lebih maju dari sebelumnya yang menuntut pemahaman mendalam para animator tentang prinsip-prinsip animasi dasar. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki penerapan prinsip-prinsip animasi dalam film animasi 3D serta memahami sejauh mana prinsip-prinsip animasi tersebut diterapkan dalam film animasi 3D. Metode penelitian yang digunakan adalah SLR dengan kriteria rancangan PICOC (Population, Intervention, Comparison, Outcome, Context). Data diambil dari paper jurnal yang diterbitkan antara tahun 2013-2023. Dalam penelitian ini, terdapat lima research question yang menjadi panduan utama. Temuan akhir menunjukkan analisis penerapan prinsip-prinsip animasi dalam film animasi 3D menunjukkan bahwa hampir semua produksi animasi mengadopsi prinsip-prinsip animasi, meskipun dengan penekanan yang berbeda. Kepiawaian animator dalam menguasai prinsip-prinsip animasi berdampak langsung pada kesuksesan film animasi. Penerapan prinsip-prinsip animasi juga memengaruhi ekspresi karakter dan kesan visual. Selain itu, penggunaan prinsip-prinsip animasi dalam pembelajaran memiliki potensi besar untuk memperkaya pengalaman belajar dan mencapai hasil pembelajaran yang lebih optimal.

Kata kunci: animasi 3D komputer, pengenalan animasi komputer, prinsip-prinsip animasi.

Abstract

Computer 3D animation has made significant advances in the last decade. The rapid development of information technology and graphic design software is bringing 3D animation to a more advanced level than ever before, which demands animators' in-depth understanding of basic animation principles. This study aims to investigate the application of animation principles in 3D animated films as well as understand the extent to which these animation principles are applied in 3D animated films. The research method used is SLR (Systematic Literature Review) with PICOC (Population, Intervention, Comparison, Outcome, Context). Data is taken from journal papers published between 2013-2023. In this study, there are five research questions that are the main guide. The final findings show an analysis of the application of animation principles in 3D animated films, indicating that almost all animation productions adopt the principles of animation, albeit with a different emphasis. The expertise of animators in mastering the principles of animation has a direct impact on the success of animated films. The application of the principles of animation also affects the expression of characters and visual impressions. In addition, the use of animation principles in learning has great potential to enrich the learning experience and achieve more optimal learning outcomes.

Keywords: computer 3D animation, introduction to computer animation, principles of animation.

This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.



Pendahuluan

Animasi 3D komputer mengalami perkembangan yang sangat pesat selama beberapa tahun terakhir. Dengan potensi animator yang dapat menciptakan dunia virtual yang terasa nyata dan hidup (Guo, 2020). Awalnya Animasi 3D hanya digunakan dalam industri film dan video *game*, tetapi saat ini telah menjadi salah satu elemen yang sangat penting dalam industri hiburan, pendidikan, dan teknologi. Pesatnya perkembangan teknologi informasi dan perangkat lunak desain grafis telah membawa animasi 3D ke tingkat yang belum pernah terjadi sebelumnya. Kecanggihan teknologi animasi 3D tersebut menuntut pemahaman mendalam terhadap prinsip-prinsip animasi yang mendasar. Animasi 3D telah menjadi alat yang ampuh untuk bercerita, mengajarkan konsep yang kompleks, dan menciptakan pengalaman visual yang memanjakan mata penonton.

Dengan menggabungkan ilmu komputer dan seni untuk menciptakan dunia buatan yang realistis. Pembuatan model yang melibatkan model 3D, pencahayaan, animasi karakter, dan *rendering* gambar untuk menghasilkan adegan yang hidup dan nyata. Teknik-teknik dalam animasi 3D terus berkembang memunculkan berbagai macam cara untuk menciptakan model yang diinginkan. Penerapan pemodelan dengan simulasi sikap fisik objek yang lebih akurat dan pencahayaan yang terlihat lebih realistis. Perkembangan perangkat keras dan perangkat lunak yang semakin canggih memungkinkan animator untuk menghasilkan animasi yang detail dan lebih halus dalam waktu yang lebih singkat. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki implementasi prinsip animasi dalam film animasi 3D, untuk memahami sejauh mana prinsip-prinsip animasi ini diterapkan dalam film animasi 3D, serta mengeksplorasi dampak dari pilihan teknik animasi terhadap hasil akhir.

Animasi 3D adalah proses pembuatan gambar yang bergerak dalam lingkungan digital 3D. Proses ini melibatkan pembuatan *frame* yang meniru setiap gambar, yang kemudian difilmkan menggunakan kamera virtual. Hasil akhirnya adalah video yang telah di-*render* atau *realtime*, tergantung pada apakah tujuannya adalah untuk membuat *game*. Animasi 3D biasanya diputar dengan kecepatan lebih dari 24 *frame* per detik. Model dalam animasi 3D memiliki bentuk, volume, dan ruang, yang merupakan konsep dasar dari animasi 3D itu sendiri. Peningkatan teknologi telah meningkatkan animasi 3D secara signifikan, memungkinkan visual yang lebih hidup dan menarik. Proses pemodelan 3D memerlukan penggunaan *polygonal*, pahatan, atau pendekatan parametrik untuk membuat digital representasi digital dari benda atau orang. Animasi 3D merupakan elemen kunci dalam pembuatan *game* dan *virtual reality*. Namun, animasi 3D juga sering digunakan dalam presentasi grafis untuk memberikan efek visual yang menarik atau dalam pembuatan film. (Tanus dkk., 2022)

Dua animator senior dari *Disney*, Ollie Johnston dan Frank Thomas, adalah orang pertama yang memperkenalkan prinsip animasi. Mereka memperkenalkan konsep ini dalam buku mereka yang diterbitkan pada tahun 1981, "*The Illusion of Life: Disney Animation*". Penerapan prinsip animasi dalam film animasi bertujuan untuk menciptakan tampilan gerak yang natural sehingga penonton dapat merasakan karakter dalam animasi tersebut menjadi hidup. Prinsip dasar animasi adalah seperangkat aturan dan konsep yang digunakan dalam pembuatan animasi untuk menciptakan gerakan yang realistis, menarik, dan menghidupkan karakter atau objek yang digambar. Tabel 1 menyajikan prinsip-prinsip dasar dalam animasi 3D.

Tabel 1. Prinsip-prinsip dasar animasi

No	Prinsip	Penjelasan
1.	<i>Squash and Stretch</i>	Dengan mengubah bentuk objek dalam suatu aksi, menentukan kekakuan dan massa o.
2.	<i>Timing</i>	Tindakan untuk menentukan berat dan ukuran objek serta kepribadian karakter.
3.	<i>Anticipation</i>	Persiapan untuk suatu tindakan.
4.	<i>Staging</i>	Menyajikan suatu gagasan sehingga gagasan tersebut terlihat jelas.
5.	<i>Follow Through and Overlapping Action</i>	Pengakhiran sebuah aksi dan membangun hubungannya dengan aksi berikutnya.
6.	<i>Straight Ahead Action and Pose-To-Pose Action</i>	Dua pendekatan yang kontras untuk menciptakan gerakan.
7.	<i>Slow In and Out</i>	Jarak antar bingkai untuk mencapai kehalusan pengaturan waktu dan pergerakan.
8.	<i>Arcs</i>	Jalur aksi visual untuk pergerakan alami.
9.	<i>Exaggeration</i>	Menonjolkan esensi dari sebuah ide melalui desain dan aksi.
10.	<i>Secondary Action</i>	Tindakan suatu objek yang dihasilkan dari tindakan lain.
11.	<i>Solid Drawing</i>	Kemampuan menggambar dalam berbagai <i>angle</i> sehingga akan nampak 3D dalam setiap <i>frame</i> animasinya.
12.	<i>Appeal</i>	Menciptakan desain atau aksi yang disukai penonton.

Penerapan beberapa prinsip ini memiliki arti yang sama, apa pun media animasinya, sebagaimana tercantum secara rinci pada tabel 1. Animasi gambar tangan dua 2D berhubungan dengan ukuran gambar dua dimensi yang mensimulasikan gerakan. Animasi komputer 3D melibatkan pembuatan model 3D dalam komputer. Gerakan tercapai dengan mengatur pose *keyframe* dan membuat komputer menghasilkan *inbetween frame*, pengaturan waktu, antisipasi, lonjakan, tindak lanjut, tumpang tindih, berlebihan, dan aksi sekunder berlaku dengan cara yang sama untuk kedua jenis animasi tersebut. Meskipun arti dari *squash and stretch*, *slow in and out*, *arch*, banding, aksi lurus ke depan, *pose-to-pose* tetap sama, namun aplikasinya berubah karena perbedaan *medium*.

Beberapa animator telah mulai mengimplementasikan konsep-konsep yang mereka pelajari dari kelas-kelas ini dalam produksi animasi. Hal ini telah meningkatkan tingkat kecanggihan dan realisme dalam hasil akhir animasi. Animator terus berupaya mencari metode yang lebih efektif untuk menyampaikan ide-ide yang diperoleh dari pembelajaran ini. Secara berangsur-angsur, prosedur-prosedur yang diidentifikasi dipisahkan, diberi nama, dianalisis, dan diperbaiki, sementara para seniman baru diperkenalkan pada praktik-praktik ini sebagai panduan standar.

Dalam pembuatan animasi, terutama animasi 3D, diperlukan tahapan konsep produksi media yang melibatkan *pre-production*, *production*, dan *post-production*. Komunikasi efektif antar tim produksi menjadi kunci untuk memastikan bahwa animasi 3D diproduksi dengan baik dan mencapai hasil yang diharapkan (Sarassati dkk., 2018).

Menurut Sarassati dkk. (2018), *pre-production* dalam pembuatan animasi 3D melibatkan serangkaian proses. Proses dimulai dengan observasi lapangan untuk mengumpulkan data yang relevan. Data ini menjadi dasar untuk merumuskan ide atau gagasan yang sistematis, dengan tujuan menyampaikan pesan dari animator kepada penonton dengan efektif. Selanjutnya adalah pembuatan sinopsis, di mana inti cerita dan pesan yang ingin disampaikan dirangkum secara singkat. Setelah sinopsis, dilanjutkan dengan menulis dialog, narasi, dan urutan peristiwa dalam skrip animasi atau disebut juga sebagai *script writing*. Tahap terakhir dari *pre-production* adalah tahap *storyboard* yang berguna dalam visualisasi adegan dan urutan peristiwa, menggambarkan bagaimana animasi akan terlihat dan mengalir.

1. Observasi

Observasi dilakukan untuk mendapatkan informasi yang relevan tentang bagaimana animasi seharusnya dibuat. Hasil observasi ini menjadi landasan penting dalam merancang animasi 3D yang akan efektif dalam mencapai tujuan dan menyampaikan pesan kepada target audiens dengan lebih baik.

2. Ide

Pembuatan animasi 3D bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan citra produk animasi 3D di kalangan mereka yang memiliki minat dalam animasi 3D. Fokusnya adalah menciptakan animasi 3D yang efektif dan efisien dalam menyampaikan pesan dan informasi. Dari pemikiran ini, ide animasi diperlukan untuk merancang bagaimana animasi 3D harus dibuat berdasarkan data dari hasil observasi.

3. Sinopsis

Sinopsis diperlukan dalam proses pembuatan animasi 3D, sinopsis adalah ringkasan atau gambaran secara garis besar dari cerita suatu animasi 3D. Selain berguna untuk animator mengetahui cerita yang ingin dianimasikan, sinopsis juga membantu penonton untuk mendapat informasi mengenai apa yang akan mereka lihat pada saat menonton animasi 3D yang kita buat.

4. *Storyboard*

Storyboard merupakan ilustrasi berupa gambar sketsa yang disertai dengan petunjuk dan catatan mengenai pengambilan gambar serta pergerakan karakter yang digunakan dalam pembuatan video animasi.

Production dimulai setelah semua perencanaan pada tahap pra-produksi selesai disusun. Semua materi yang telah dipersiapkan pada tahap pra-produksi dikumpulkan dan dialokasikan kepada para seniman yang memiliki keahlian khusus untuk melaksanakan tugas mereka. Fase ini merupakan periode yang paling intensif dan seringkali menyimpan risiko, terutama ketika beberapa aset yang sudah selesai perlu direvisi atau dibuat ulang. (Waeo dkk., 2016)

Post-production merupakan tahap akhir dalam proses pembuatan sebuah karya, di mana hasil produksi pada tahap sebelumnya disempurnakan dan disatukan menjadi sebuah video yang lengkap. Pada tahap ini, untuk memastikan bahwa pesan atau cerita yang ingin disampaikan kepada penonton dapat terwujud dengan baik video diolah, diedit, dan diberi efek-efek tambahan. (Hakim, 2013)

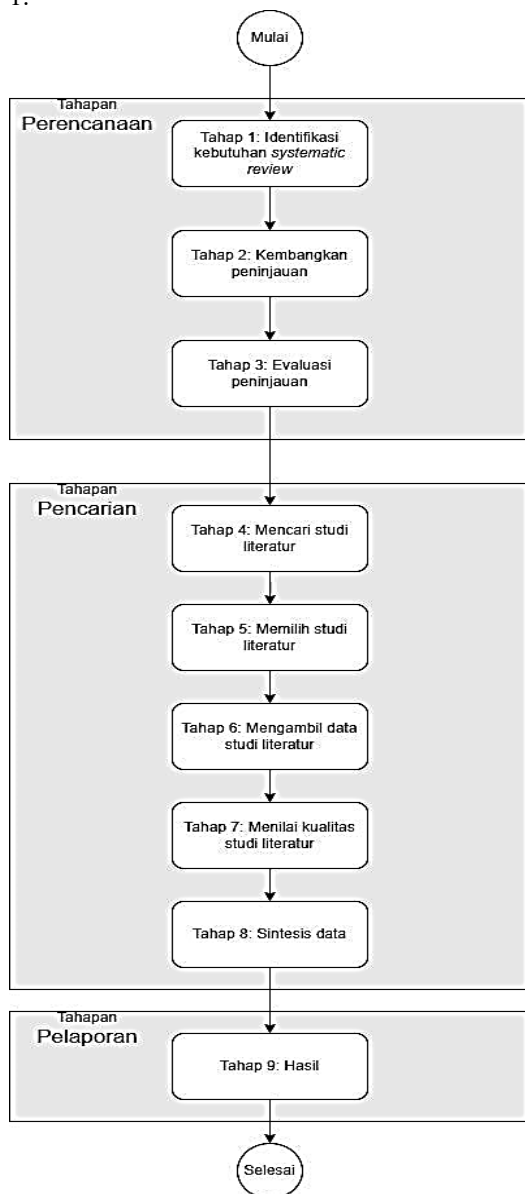
Salah satu keunggulan utama animasi 3D adalah kemampuannya untuk menghasilkan gambar yang sangat detail dan nyata. Hal ini memungkinkan untuk menyesuaikan pencahayaan, tekstur, dan gerakan kamera secara tepat, sehingga menciptakan pengalaman yang menarik secara estetika dan menarik. Opsi tersebut bercerita ditingkatkan dengan kebebasan yang diberikan animasi 3D terkait sudut kamera, sudut pandang, dan gerakan kamera virtual. Namun demikian ada juga batasan tertentu dengan animasi 3D. Kelemahan animasi 3D berkualitas tinggi dapat memakan banyak waktu dan sumber daya untuk diproduksi karena membutuhkan seniman berbakat dan perangkat keras yang canggih. Jadwal produksi dapat dipengaruhi oleh waktu rendering yang lama yang diperlukan untuk animasi 3D yang realistis. Selain itu, mencapai tingkat realisme yang tinggi bisa jadi sulit, dan animasi tertentu dapat menampilkan efek lembah yang luar biasa dimana orang atau objek sintesis tampak kurang realistis. (Hushain dkk., 2023)

Metode Penelitian

Metode Review

Dalam rangka mencari prinsip-prinsip yang sering digunakan dalam film animasi 3D komputer, kami menerapkan sebuah pendekatan tinjauan literatur yang sistematis. Tinjauan literatur sistematis adalah metode yang teruji dalam mendalami berbagai aspek dalam berbagai bidang ilmu. Tinjauan literatur ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan

merinci bukti penelitian yang ada, dengan tujuan memberikan pemahaman mendalam tentang prinsip-prinsip yang mendominasi dalam pembuatan film animasi 3D komputer. Tinjauan literatur ini dilakukan berdasarkan pedoman yang telah ditetapkan, seiring dengan metode yang telah digunakan dalam penelitian-penelitian sebelumnya. Dengan merujuk pada karya Wahono (2015), kami menjelaskan langkah-langkah yang diambil dalam tinjauan literatur seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan metode *review*

Tahapan Perencanaan terdiri dari: (1) Identifikasi Kebutuhan *Systematic Review*. Pada tahap ini, kami mengidentifikasi dan merumuskan kebutuhan untuk melakukan tinjauan literatur sistematis yang berkaitan dengan prinsip-prinsip dalam film animasi 3D komputer; (2) Pengembangan Peninjauan. Kami mengembangkan rencana tinjauan yang mencakup tujuan, pertanyaan penelitian, kriteria inklusi dan eksklusi, serta prosedur peninjauan yang akan diikuti selama tahapan selanjutnya; dan (3) Evaluasi Peninjauan. Pada tahap ini, rencana peninjauan dievaluasi secara menyeluruh untuk memastikan bahwa pendekatan yang akan diambil adalah yang paling sesuai dan relevan dengan tujuan penelitian.

Pada Tahapan Pencarian terdiri dari: (1) Mencari Studi Literatur. Kami melakukan pencarian studi literatur yang relevan menggunakan kata kunci dan sumber-sumber informasi yang sesuai. Tujuan tahap ini adalah mengidentifikasi potensi sumber-sumber yang akan dianalisis; (2) Memilih Studi Literatur. Dalam tahap ini, kami melakukan seleksi terhadap *paper* jurnal berdasarkan kriteria yang telah ditentukan; (3) Mengambil Data Studi Literatur. Kami mengumpulkan data dari sumber-sumber penelitian yang terpilih untuk analisis lebih lanjut; (4) Menilai Kualitas Studi Literatur. Kualitas metodologi dan relevansi sumber-sumber penelitian dinilai secara kritis. Tujuan tahap ini adalah memastikan bahwa sumber-sumber yang digunakan dalam tinjauan memiliki validitas yang memadai; dan (5) Sintesis Data. Data yang telah dikumpulkan dari sumber-sumber penelitian akan disintesis. Prinsip-prinsip yang sering digunakan dalam film animasi 3D komputer akan diidentifikasi dan dianalisis.

Tahap Pelaporan: Hasil. Hasil dari tinjauan literatur sistematis ini akan diringkas dan disajikan dalam bentuk laporan. Laporan ini akan mencakup temuan utama, analisis prinsip-prinsip yang ditemukan, serta rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang ini.

Metode ini disusun untuk meningkatkan pemahaman mengenai prinsip-prinsip yang dominan dalam pembuatan film animasi 3D komputer dan memberikan dasar yang kuat untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang ini.

Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian digunakan agar penelitian ini sesuai dengan tinjauan yang akan dicapai. Hal ini dirancang dengan menyusun kriteria *population, intervention, comparison, outcomes, dan context* (PICOC).

Tabel 2. Ringkasan PICOC

Population	3D animation
Intervention	3D animation principles and methods
Comparison	3D animation that follows the principles of 3D animation and 3D animation that does not follow these principles
Outcomes	The quality and effectiveness of 3D animation based on animation principles
Context	Studies in industry and academia, Implementation of 3D animation principles

Ringkasan PICOC untuk penelitian ini disajikan dalam Tabel 2. Fokus penelitian adalah animasi 3D, dengan intervensi berupa penerapan prinsip dan teknik animasi 3D. Perbandingan dilakukan antara animasi 3D yang mengikuti prinsip-prinsipnya dan yang tidak mengikuti prinsip-prinsip tersebut. Hasil penelitian akan mengevaluasi kualitas dan efektivitas animasi 3D berdasarkan prinsip-prinsip animasi. Studi ini dilakukan dalam lingkungan akademik dan bisnis dengan animasi 3D sebagai latar belakang.

Tabel 3. Research questions

ID	Research Question	Motivation
RQ1	Prinsip apa saja yang digunakan dalam membuat film animasi?	Karakter dalam film animasi 3D seringkali menjadi elemen yang paling menonjol dan dikenal dalam cerita. Memahami prinsip-prinsip desain karakter yang sukses akan membantu dalam penciptaan karakter yang kuat dan menarik.
RQ2	Bagaimana prinsip-prinsip komputer animasi 3D memengaruhi kesuksesan sebuah film animasi?	Animasi 3D telah menjadi elemen penting dalam industri film animasi saat ini, dan memahami peran prinsip-prinsip animasi ini dalam keberhasilan film animasi akan memberikan wawasan berharga kepada pembuat film, produser, dan penonton.
RQ3	Apa saja prinsip-prinsip desain karakter yang umumnya digunakan dalam animasi 3D, dan bagaimana prinsip-prinsip tersebut memengaruhi karakterisasi dalam film animasi?	Karakter dalam film animasi 3D seringkali menjadi elemen yang paling menonjol dan dikenal dalam cerita. Memahami prinsip-prinsip desain karakter yang sukses akan membantu dalam penciptaan karakter yang kuat dan menarik.
RQ4	Apa hubungan antara prinsip-prinsip animasi pergerakan dan ekspresi karakter dalam film animasi 3D?	Gerakan dan ekspresi karakter dalam animasi 3D memengaruhi cara penonton berhubungan dengan karakter-karakter tersebut. Menyelidiki prinsip-prinsip animasi pergerakan akan membantu memahami cara karakter dapat mengkomunikasikan emosi dan cerita.
RQ5	Bagaimana prinsip-prinsip animasi 3D dapat berkontribusi dalam pembelajaran?	Memahami prinsip-prinsip animasi 3D, peserta didik dapat mengaplikasikan konsep-konsep yang dipelajari dalam bentuk yang lebih kreatif dan menarik. Dengan demikian, prinsip-prinsip animasi 3D berkontribusi dalam meningkatkan kualitas dan hasil pembelajaran.

Search Process

Search process atau proses pencarian merupakan tahapan untuk mendapatkan sumber-sumber yang relevan yang sesuai dengan *research question* pada tabel 3. Penelitian ini proses pencarian menggunakan library *Google Scholar* dengan bantuan *software Harzing's Publish or Perish* dan juga dari *Research Gate*.

Inclusion and Exclusion Criteria

Tahapan ini adalah tahapan untuk menentukan kriteria data yang ditemukan, apakah data yang ditemukan memenuhi kriteria yang digunakan untuk SLR atau tidak. Data yang ditemukan dikatakan layak jika memenuhi kriteria sebagai berikut:

stretch (SS), *timing* (Tm), *staging* (St), *anticipation* (An), *follow through and overlapping action* (FTOA), dan *straight ahead action and pose-to-pose action* (SAPA) termasuk dalam bagian pertama. Kemudian, bagian kedua membahas prinsip-prinsip spesifik seperti *slow in and out* (SiO), *arcs* (Ar), *exaggeration* (Ex), *secondary action* (SA), *solid drawing* (SD), dan *appeal* (Ap). Dalam tabel 4 dan 5, terdapat hasil analisis prinsip animasi berdasarkan film dari jurnal yang telah ditemukan.

Tabel 4. Implementasi prinsip animasi 3D pada film animasi 3D 1

Judul Film	Prinsip-prinsip Animasi					
	SS	Tm	An	St	FTOA	SAPA
Pada Zaman Dahulu (Suparmaniam dkk., 2023)	✓	✓		✓	✓	
Shaun the Sheep (Putra dkk., 2023)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Achoo (Rahmi, 2021)	✓	✓	✓	✓	✓	
Adit dan Sopo Jarwo (Widadijo, 2017)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lakontara (R. Putra dkk., 2023)	✓	✓		✓		
Nohoax (Zega dkk., 2022)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Weathering With You (Pratama, 2023)	✓	✓	✓	✓	✓	
Gob and Friends (Pintero dkk., 2018)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Grey & Jingga (Nadya dkk., 2020)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Love, Death, and Robots (Sudaryat dkk., 2022)	✓	✓	✓	✓	✓	

Tabel 5. Implementasi prinsip animasi 3D pada film animasi 3D 2

Judul Film	Prinsip-prinsip Animasi					
	SiO	Ar	Ex	SA	SD	Ap
Pada Zaman Dahulu (Suparmaniam dkk., 2023)				✓	✓	✓
Shaun the Sheep (Putra dkk., 2023)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Achoo (Rahmi, 2021)			✓	✓	✓	✓
Adit dan Sopo Jarwo (Widadijo, 2017)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lakontara (R. Putra dkk., 2023)	✓	✓	✓			
Nohoax (Zega dkk., 2022)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Weathering With You (Pratama, 2023)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gob and Friends (Pintero dkk., 2018)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Grey & Jingga (Nadya dkk., 2020)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Love, Death, and Robots (Sudaryat dkk., 2022)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Dalam membuat film animasi stop motion, sangat penting untuk menerapkan prinsip-prinsip animasi untuk menciptakan gerak animasi yang realistis dan halus. Ollie Johnston dan Frank Thomas adalah dua animator senior Disney yang pertama kali memperkenalkan prinsip animasi dalam bukunya yang berjudul *"The Illusion of Life: Disney Animation"* pada tahun 1981. Salah satu tujuan penggunaan prinsip animasi di dalam film animasi, yaitu untuk menciptakan ilusi gerakan yang terlihat alami dan halus sehingga penonton dapat merasa karakter yang hidup dalam animasi tersebut. (Sudaryat dkk., 2022)

Seperti yang terdapat pada tabel 4 dan 5 di atas bahwa kebanyakan film animasi menggunakan hampir semua prinsip animasi. Penerapan 12 prinsip-prinsip dasar animasi yang ditemukan oleh Ollie Johnston dan Frank Thomas, jika dilakukan tanpa terkecuali dan dengan tepat, akan menghasilkan karya animasi yang hidup, berkualitas, dan memenuhi ekspektasi serta imajinasi penontonnya. Hanya sebagian kecil film animasi yang tidak menggunakan prinsip animasi tertentu, seperti penggunaan teknik animasi *straight ahead action and pose-to-pose action*. Beberapa film animasi 3D mungkin tidak menggunakan prinsip ini karena teknologi animasi 3D memungkinkan animator untuk membuat animasi dengan cara yang berbeda. Waktu produksi yang lebih cepat juga memengaruhi penggunaan *straight ahead action*, karena teknik animasi *straight ahead action* membutuhkan waktu yang lebih lama karena setiap *frame* harus digambar satu persatu sehingga para animator memilih teknik yang lebih cepat seperti *pose-to-pose-action*.

Penggunaan prinsip-prinsip animasi juga yang membuat perbedaan dalam tampilan film-film animasi.

Film-film ini mungkin menerapkan 12 prinsip dasar animasi dari awal hingga akhir, namun ada beberapa bagian yang tidak terlihat atau kurang kentara, masih terlihat agak kaku dan membuat gerakannya terlihat kurang realistis. Hal itulah yang kemudian membuat film animasi kurang menarik.

Pengaruh Prinsip Animasi Terhadap Kesuksesan Sebuah Film Animasi

Studi telah menunjukkan bahwa penerapan dua belas prinsip animasi 3D sangat penting untuk keberhasilan film animasi 3D, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3 yang menggambarkan pengaruh kesuksesan film animasi. Hasil penelitian yang menarik menunjukkan bahwa pemenuhan elemen naratif yang sederhana, ringkas, dan tidak terlalu panjang

diperlukan untuk membuat animasi terbaik. Selain itu, keputusan untuk menggunakan kombinasi manusia dan hewan dalam dimensi tiga dalam pengembangan karakter ternyata lebih dari sekadar teknik, menciptakan tingkat realisme yang sangat menghidupkan karakter. (Suparmaniam dkk., 2023)



Gambar 3. Pengaruh kesuksesan film animasi

Untuk memastikan bahwa kualitas cerita dapat bersaing dengan tren animasi terbaru, prinsip animasi harus ditekankan. Kesuksesan film animasi tidak hanya bergantung pada teknologi canggih, tetapi juga pada kebijaksanaan. Menurut Desrianti dkk. (2017), untuk membuat serial animasi yang luar biasa, penulis harus mempertimbangkan pergerakan karakter yang natural serta karakter yang dapat "menjual" dan cerita yang mengandung moral. Ini menunjukkan bahwa prinsip-prinsip animasi tidak hanya teknis, tetapi juga mencakup elemen penting dan mendalam.

Widadijo (2020) mengatakan bahwa penerapan prinsip dasar tata rupa tidak hanya membantu karakter bergerak, tetapi juga sangat penting untuk menimbulkan perasaan dan meningkatkan daya tarik karakter. Pengalaman visual yang berbeda dihasilkan dengan penerapan prinsip-prinsip ini. Pengalaman ini memberikan gambar yang indah seakan-akan bergerak. Menurut perspektif Rahmi (2021), animator menggunakan prinsip-prinsip animasi dengan hati-hati adalah bagian penting dari kesuksesan film animasi selain hanya menjadi komponen pendukung. Interpretasi yang tepat dari prinsip-prinsip ini dapat membantu mencuat kreativitas dan keunikan gaya animasi.

Tabel 6. Persamaan pendapat pengaruh prinsip animasi terhadap kesuksesan sebuah film animasi

Pengaruh	Persamaan Pendapat
Prinsip Animasi dan Elemen Naratif	Suparmaniam dkk. (2023) dan Desrianti dkk. (2017) sepakat bahwa penerapan prinsip animasi 3D memiliki dampak signifikan pada keberhasilan film animasi, dengan fokus pada keaslian pergerakan dan penampilan karakter. Selain itu, mereka setuju bahwa penggunaan kombinasi manusia dan hewan dalam bentuk tiga dimensi dapat menciptakan karakter yang lebih realistis dan menghidupkan cerita.
Emosi Karakter	Widadijo (2020) dan Rahmi (2021) mengamati bahwa prinsip dasar animasi dan tata rupa berperan penting dalam membangkitkan reaksi emosional dan meningkatkan daya tarik karakter, serta menciptakan gambar bergerak yang indah dan artistik.

Dalam menguraikan hasil penelitian ini, tabel 6, yang berjudul "Persamaan Pendapat Pengaruh Prinsip Animasi Terhadap Kesuksesan Sebuah Film Animasi," menunjukkan pendapat yang sama dari para ahli tentang bagaimana prinsip animasi memengaruhi keberhasilan film animasi. Kesamaan pendapat yang dikemukakan oleh Suparmaniam dkk. (2023), Desrianti dkk. (2017), Widadijo (2020), dan Rahmi (2021) digambarkan secara rinci di tabel ini. Terdapat kesamaan pandangan antara para ahli tentang bagaimana prinsip animasi, terutama dalam animasi 3D, memiliki pengaruh yang signifikan pada keberhasilan film animasi, seperti yang ditunjukkan dalam tabel ini. Persamaan ini mencakup aspek-aspek kunci seperti keaslian pergerakan dan penampilan karakter, penggunaan kombinasi manusia dan hewan, serta peran prinsip dasar animasi dan tata rupa dalam membangkitkan emosi karakter. Dengan merinci persamaan ini, penelitian ini menggambarkan konvergensi pandangan para ahli yang dapat menjadi landasan bagi pengembangan lebih lanjut dalam industri film animasi.

Menyimpulkan dari beberapa pendapat, keberhasilan film animasi sangat dipengaruhi oleh penerapan dua belas prinsip animasi, terutama dalam hal animasi 3D. Faktor-faktor seperti kriteria elemen naratif yang sederhana, penggunaan kombinasi manusia dan hewan dalam bentuk tiga dimensi, dan pengikutan dasar-dasar prinsip animasi untuk pergerakan karakter menjadi elemen-elemen kunci. Cerita yang menarik, karakter yang hidup, dan tampilan visual yang indah semua dihasilkan oleh prinsip-prinsip animasi. Kesimpulan ini menunjukkan bahwa prinsip-prinsip animasi sangat penting untuk kesuksesan film animasi, dan animator dapat memberikan kontribusi yang berharga jika mereka menggunakannya dengan bijak.

Prinsip Desain Karakter dan Pengaruhnya terhadap Karakterisasi

Animasi 3D menggunakan prinsip desain karakter seperti prinsip *appeal*, yang sangat bergantung pada persepsi orang, dan prinsip animasi, yang dapat membuat desain karakter terlihat lebih jelas. Studi menggunakan metode *kansei engineering* menemukan bahwa elemen desain seperti *teritary color*, *near realis*, *hooded eyes*, dan *square face shape* dapat memengaruhi desain karakter dengan membuat karakter animasi menarik, unik, dan memengaruhi pemirsa (Sari dkk., 2021). Dalam film animasi 3D, prinsip-prinsip utama seperti pemodelan 3D, *surfacing*, *rigging*, dan performa memegang peranan krusial dalam menciptakan animasi yang berkualitas. Pemodelan 3D memungkinkan pembuatan karakter dan lingkungan dengan bentuk realistis dan detail. Teknik *surfacing* digunakan untuk menciptakan permukaan karakter dan lingkungan yang visualnya lebih menarik dan realistis. *Rigging* mengatur kerangka kerja karakter, memungkinkan pengendalian posisi, orientasi, dan keseimbangan karakter selama animasi. Namun, elemen kunci yang membuat animasi 3D benar-benar hidup adalah ekspresi karakter. Melalui penggunaan teknik pemodelan 3D, *surfacing*, *rigging*, dan performa, ekspresi karakter dapat dikembangkan untuk menunjukkan emosi dan perilaku yang mendalam. Hal ini bertujuan untuk membuat karakter lebih menarik, mudah dikenali, dan efektif dalam menyampaikan pesan atau cerita kepada penonton. (Setiawan dkk., 2020)

Menurut Adiani dkk. (2023) pembuatan desain karakter digunakan untuk mengumpulkan data tentang karakter, yang mencakup bentuk visual, cerita, dan ekspresi yang memvisualisasikan tokoh. Ciri-ciri khusus karakter kemudian diidentifikasi dengan menggunakan teknik analisis kualitatif, yang kemudian dimasukkan ke dalam model digital tiga dimensi. Untuk menciptakan desain tokoh dapat mempertimbangkan berbagai gaya desain, seperti *chibi*, realistis, dan kartun. Setiap gaya dianggap sebagai prinsip desain yang memengaruhi karakterisasi. Gaya-gaya ini dipilih berdasarkan alasan tertentu.



Gambar 4. Gaya *chibi*

Sumber: [https://en.wikipedia.org/wiki/Chibi_\(style\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Chibi_(style))



Gambar 5. Gaya realistis

Sumber: https://www.researchgate.net/figure/Two-characters-showing-different-levels-of-stylization-realistic-left-14-stylized_fig1_304005014

Misalnya pada gambar 4, gaya *chibi* digunakan untuk menonjolkan kekecilan dan kelucuan, sementara gaya realistis seperti pada gambar 5 digunakan untuk membuat tokoh terlihat lebih mirip dengan aslinya. Pengaruh gaya penggambaran terhadap karakter tokoh dapat digambarkan sebagai pengaruh pada karakterisasi dalam film animasi 3D. Karakterisasi unik yang dihasilkan oleh gaya penggambaran tertentu memengaruhi cara audiens melihat dan bertindak terhadap karakter tersebut. Melalui pendekatan ini menunjukkan bahwa untuk menciptakan desain karakter yang biasa digunakan dalam animasi 3D mencakup pemilihan gaya penggambaran, dan pemilihan gaya ini secara langsung memengaruhi karakterisasi dalam film animasi 3D.

Hubungan antara Prinsip-prinsip Animasi Pergerakan dan Ekspresi Karakter

Hubungan antara prinsip-prinsip animasi dan ekspresi karakter dalam animasi film 3D sangat erat. Prinsip-prinsip animasi seperti *squash and stretch*, *anticipation*, *overlap*, dan *timing*. Seperti prinsip *squash and stretch* yang digunakan untuk memberikan dimensi dan ekspresi pada karakter, misalnya seperti penggunaan *squash and stretch* pada elemen wajah

seperti mulut dan mata dapat membuat senyuman terlihat lebih dinamis dan natural. Prinsip anticipation seperti gerakan tubuh atau ekspresi wajah dapat meningkatkan daya tarik ekspresi karakter, misalnya meloncat atau mungkin melakukan gerakan ke belakang sebelum loncat. Prinsip overlap, misalnya rambut karakter yang melambai atau lipatan pakaian yang bergerak dengan gerakan tubuh. Prinsip timing yang tepat, misalnya sebuah senyuman yang lambat atau cepat dapat mengubah interpretasi emosional karakter. Dengan menggunakan timing yang tepat dapat mengungkapkan ekspresi dengan akurat. (Saputra dkk., 2023)

Tabel 7. Hubungan prinsip-prinsip animasi dan ekspresi karakter

Prinsip Animasi	Potongan Adegan / Cut	Deskripsi
<i>Squash and Stretch</i> (Gerakan ini diterapkan untuk menciptakan kesan fleksibilitas yang akan membuat animasi terlihat lebih alami)		Dalam film ini, prinsip <i>squash and stretch</i> diterapkan, dan contohnya dapat terlihat pada pergerakan tubuh Jingga yang mengalami peregangan (<i>stretch</i>). Meskipun tidak ada perubahan yang mencolok dalam gambar, tubuh Jingga, khususnya kepala, mengalami peregangan ketika menyentuh garis jalan, dan kemudian kembali ke bentuk awal di bawah garis jalan.
<i>Anticipation</i> (Gerakan ini dilakukan sebagai persiapan untuk memasuki gerakan selanjutnya)		Penerapan prinsip <i>anticipation</i> terlihat dalam persiapan gerakan tangan karakter Jingga.
<i>Staging</i> (Menjelaskan proses penataan adegan, penempatan kamera, atau posisi karakter untuk memastikan bahwa adegan tersebut dapat dipahami dengan mudah oleh penonton.)		Penggunaan prinsip <i>staging</i> dalam film ini dinilai efektif sepanjang jalan cerita, karena mampu mempermudah pemahaman penonton. Ini terlihat dari pengorganisasian latar belakang, penempatan kamera, dan ekspresi karakter yang cocok. Sebagai contoh, ketika Jingga mengalami kejutan dari temannya, dampaknya terlihat pada kertas yang dibawanya yang menjadi berantakan dan berterbangan.
<i>Straight ahead action and pose to pose</i> (<i>Straight ahead action</i> adalah cara untuk membuat gerakan secara terus-menerus tanpa banyak perencanaan awal mengenai bagaimana akhir gerakan akan terlihat nantinya. Sebagai kontras, pendekatan kedua, yang disebut <i>pose to pose</i> , melibatkan penentuan terlebih dahulu <i>pose</i> karakter yang akan dihasilkan pada suatu adegan animasi)		Penggunaan prinsip <i>straight ahead action and pose-to-pose</i> dalam film ini terlihat kurang alami pada beberapa adegan. Kemungkinan disebabkan oleh adopsi teknik animasi <i>tweened motion</i> atau animasi terbatas. Teknik ini tidak menghasilkan tingkat kehalusan yang sama dengan animasi <i>frame by frame</i> atau animasi penuh. Namun, beberapa adegan, seperti ketika karakter Grey menoleh, menunjukkan implementasi yang cukup baik dari prinsip tindakan langsung dan <i>pose to pose</i> .
<i>Follow Through and Overlapping Action</i> (Gerakan lanjutan pada karakter atau objek terjadi setelah karakter atau objek tersebut berhenti)		Penerapan prinsip <i>follow through dan overlapping action</i> dapat terlihat dari pergerakan rambut karakter yang mengikuti pergerakan keseluruhan karakter. Penerapannya dalam film ini cukup umum terlihat dalam berbagai adegan.
<i>Slow in and Slow Out</i> (Perlambatan gerakan yang terjadi pada awal dan akhir animasi memiliki peran penting. Sebuah animasi yang tidak memperlihatkan perlambatan pada fase awal dan akhirnya akan terlihat sangat kaku)		Penerapan prinsip <i>slow in and slow out</i> dalam film ini dapat terlihat pada pergerakan kertas. Sebagai contoh, setelah kertas terhempas ke atas, kemudian jatuh dengan perlahan.
<i>Arcs</i> (Animasi akan tampak lebih alami ketika menggunakan gerakan melingkar dibandingkan hanya mengandalkan gerakan lurus, hal		Penerapan prinsip <i>arcs</i> terlihat dari gerakan kertas yang melayang dan bergerak dalam pola melingkar. Namun, penggunaan prinsip ini dalam film ini tidak terlalu mencolok.

Prinsip Animasi	Potongan Adegan / Cut	Deskripsi
ini terlihat pada kurva melingkar yang digunakan dalam suatu gerakan.) <i>Secondary Action</i> (Gerakan tambahan yang muncul bertujuan untuk meningkatkan kesempurnaan gerakan utama yang sedang berlangsung. Gerakan <i>secondary action</i> hanya berfungsi sebagai pelengkap dan tidak menggantikan peran utama dari gerakan tersebut)		Penerapan prinsip <i>secondary action</i> dalam film ini tergambar melalui pergerakan teman dari tokoh utama yang sedang melakukan pelukan terhadap karakter bernama Jingga. Dalam adegan tersebut, fokus utamanya adalah pada tindakan memeluk Jingga, sementara gerakan tambahan atau <i>secondary action</i> -nya terdapat pada gerakan kedua yang dilakukannya di kepala.
<i>Timing</i> (Ditentukan oleh seberapa banyak <i>frame</i> yang ada di antara pergerakan objek atau karakter, kecepatan gerakan akan meningkat ketika jumlah <i>frame</i> berkurang, sedangkan sebaliknya, kecepatan gerakan akan menurun dengan peningkatan jumlah <i>frame</i>)		Penggunaan prinsip <i>timing</i> dalam film ini dinilai efektif. Sebagai contoh, dalam suatu adegan. Pergerakan Jingga menoleh dengan jumlah <i>frame in between</i> yang lebih sedikit memberikan kesan kecepatan, sementara pergerakan Gray menoleh dengan jumlah <i>frame in between</i> yang lebih banyak menciptakan kesan gerakan yang lebih lambat dan halus.
<i>Exaggeration</i> (Penggunaan gerakan atau ekspresi yang diperbesar dari yang biasa untuk mencapai kesan animasi yang lebih meyakinkan.)		Penerapan prinsip <i>exaggeration</i> dalam film ini terutama terfokus pada ekspresi karakter, meskipun tidak sampai pada tingkat berlebihan yang umumnya terlihat dalam film komedi.
<i>Solid Drawing</i> (Dalam animasi tradisional, konsep <i>solid drawing</i> merujuk pada gambar yang menciptakan kedalaman perspektif)		Penerapan prinsip <i>solid drawing</i> dalam film ini terlihat pada setiap adegannya, dari awal hingga akhir, seperti yang dapat diamati dalam beberapa adegan tertentu. Jadi, dapat dikatakan bahwa film ini berhasil menerapkan prinsip <i>solid drawing</i> dengan baik.
<i>Appeal</i> (Merupakan penampakan dari sebuah karakter yang terlihat mempunyai karisma tersendiri dan menarik untuk dilihat)		Penerapan prinsip <i>appeal</i> pada karakter film ini lebih ditunjukkan melalui pakaian yang lebih mencolok dan bentuk fisik sebatas perbedaan laki-laki dan perempuan.

Sumber: Nadya dkk., 2020

Dalam tabel 7 yang berjudul "Hubungan Prinsip-Prinsip Animasi dan Ekspresi Karakter," dijelaskan bahwa dalam pembuatan film animasi Grey & Jingga. Dalam Episode 1 dari The Twilight Animated Series, Nadya dkk. (2020) mencatat bahwa ke-12 prinsip animasi telah diterapkan. Meskipun begitu, tidak semua prinsip tersebut terlihat sangat jelas dalam beberapa adegan, sehingga film ini dinilai cukup baik dalam menerapkan prinsip animasi tersebut secara keseluruhan.

Kontribusi Prinsip Animasi 3D terhadap Pembelajaran

Dengan memanfaatkan prinsip animasi memungkinkan pengajar untuk menjelaskan suatu media ajar secara sistematis dan berurutan. Integrasi media animasi dalam pembelajaran memiliki potensi besar untuk memperkaya pengalaman belajar dan mencapai hasil yang lebih optimal. Pemanfaatan media animasi sangat berdampak positif terhadap proses dan hasil pembelajaran secara signifikan. Animasi berperan penting dalam pendidikan, khususnya pada peningkatan kualitas proses pengajaran dan pembelajaran, karena peserta didik termotivasi untuk belajar dengan lebih semangat dan fokus pada materi pembelajaran. (Cahyani, 2020)

Penggunaan media animasi memiliki sejumlah manfaat yang dapat meningkatkan efektivitas proses pembelajaran. Pertama, media animasi mampu membuat materi pembelajaran menjadi lebih mudah dipahami siswa, media animasi menyajikan berbagai konsep, fakta, dan prinsip-prinsip terkait secara visual. Kedua, media animasi juga membantu pendidik dalam menjelaskan konsep belajar dengan lebih menarik dan penyampaian materi menjadi lebih mudah dipahami. Ketiga, penggunaan media animasi dapat meningkatkan fokus dan kepuasan belajar peserta ajar. Keempat, media animasi memberi rasa puas dan berhasil dalam proses belajar. Kelima, media animasi dapat meningkatkan daya serap siswa terhadap informasi dengan cara yang lebih efektif. (N. W. Sari dkk., 2014)

Studio animasi *The Little Gians* dan *4 Stipe Production* merupakan studio asal Indonesia yang memproduksi film animasi 3D *Nussa dan Rarra*. Nussa dan Rarra merupakan saudara kandung muslim yang tinggal bersama ibu nya yang mereka panggil “Umma”. Nussa digambarkan sebagai karakter anak laki-laki yang memiliki sifat baik, penyayang, dan optimis walau merupakan penyandang disabilitas. Sedangkan Rarra digambarkan sebagai karakter anak perempuan, adik dari Nussa yang pintar, riang, dan polos. Dalam sebuah episode berjudul “Rarra: Dijamin Surga” terdapat sejumlah adegan yang dapat dijadikan sebuah contoh pembelajaran untuk anak-anak yang menonton. Di menit 0:26-0:39 terdapat adegan Rarra yang baru bangun tidur lalu membaca doa, kemudian di menit 1:19-1:28 terdapat adegan Rarra yang dengan inisiatif membantu Umma untuk membuang sampah. Seluruh adegan yang dilakukan Rarra merupakan perilaku yang baik untuk dicontoh dan dapat menjadi pembelajaran bagi penontonnya. (Santoso dkk., 2023)



Gambar 6. Rarra berdoa

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=w6cEiPJw11E>



Gambar 7. Rarra membuang sampah

Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=w6cEiPJw11E>

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis implementasi prinsip animasi dalam film animasi 3D dapat dilihat bahwa hampir semua film animasi menggunakan prinsip animasi. Penggunaan semua prinsip animasi ini sangat dibutuhkan dalam pembuatan film animasi 3D untuk menciptakan hasil yang alami dan menarik. Hampir semua film animasi menerapkan 12 prinsip-prinsip animasi. Namun yang membedakan hasil dari film animasi tertentu adalah penekanan pada prinsipnya. Meskipun dalam film animasi menerapkan semua prinsip animasi, namun beberapa film hanya sedikit penggunaan pada prinsip tersebut, dan lebih menekankan penggunaan pada prinsip lainnya.

Prinsip animasi memiliki peran penting dalam membuat gerakan karakter animasi terlihat lebih natural dan realistis. Jika salah satu prinsip tersebut tidak diterapkan maka animasi yang dibuat akan terlihat berbeda namun tetap bisa disebut animasi. Sebaliknya jika seluruh prinsip animasi diterapkan dengan benar tanpa kecuali, maka hasilnya adalah sebuah karya animasi yang terlihat hidup, berkualitas tinggi, dan memenuhi ekspektasi serta imajinasi para penonton. Keterampilan animator dalam menguasai prinsip-prinsip animasi ini akan sangat memengaruhi kesuksesan sebuah film animasi. Penekanan penggunaan prinsip animasi tertentu dapat memengaruhi kesuksesan sebuah film animasi. Jika animator hanya fokus pada satu atau beberapa prinsip animasi saja, maka animasi yang dihasilkan mungkin terlihat kurang hidup dan menarik. Oleh karena itu, animator harus memahami dan menguasai semua prinsip animasi untuk menciptakan gerakan yang realistis dan menarik dalam film animasi 3D.

Dalam animasi 3D, prinsip desain karakter dan prinsip animasi sangat penting dalam menciptakan karakter yang menarik, unik, dan mempengaruhi pemirsa. Penerapan prinsip-prinsip animasi, seperti *squash and stretch*, *anticipation*, *overlap*, dan *timing*, memengaruhi ekspresi karakter dan kesan visual. Selain itu, pemanfaatan prinsip animasi dalam pembelajaran memiliki potensi besar untuk memperkaya pengalaman belajar dan mencapai hasil yang lebih optimal, dengan memberikan kemudahan dalam memahami materi pelajaran, meningkatkan fokus dan kepuasan belajar siswa, serta meningkatkan semangat peserta didik dalam melakukan pembelajaran.

Daftar Pustaka

- Adiani, N., Anam, C., & Sofiyani, R. (2023). Hasil transformasi bentuk tokoh Jatayu dalam bentuk 3 dimensi digital melalui analisis analogi bentuk. *Jurnal Desain Komunikasi Visual Nirmana*. <https://nirmana.petra.ac.id/index.php/dkv/article/view/25129>
- Cahyani, I. R. (2020). Pemanfaatan media animasi 3D di SMA. *Jurnal Teknologi Pendidikan: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pembelajaran*. <http://e-journal.undikma.ac.id/index.php/jtp/article/view/2854>
- Desrianti, D. I., Firdaus, A. N., & Gunawan, D. P. (2017). Animasi dengan gambar bergerak meningkatkan daya tarik program promosi. *Creative Communication and Innovative Technology*. <https://core.ac.uk/download/pdf/285995908.pdf>
- Guo, Z. (2020). Application of computer 3D animation technology in construction industry. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1574/1/012088>
- Hakim, M. L. N. (2013). *Perancangan film animasi 3D berjudul "Menembus Kota."* Universitas AMIKOM Yogyakarta.
- Hushain, J., Gupta, V., & Sharma, M. (2023). *An analysis of the various kinds of animation. Vol.10*, 160–166.
- Nadya, N., & Sari, Y. P. (2020). Analisis visual penerapan 12 prinsip animasi dalam film Grey&Jingga: The Twilight Animated Series episode 1. *Titik Imaji*. <https://journal.ubm.ac.id/index.php/titik-imaji/article/view/1955>
- Pintero, Z. R., & Kaulam, S. (2018). Pengaplikasian 12 prinsip animasi Disney dan Motion Capture dalam animasi Gob and Friends. *J. Seni Rupa*. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/va/article/view/22732>
- Pratama, A. D. (2023). Analisis penerapan prinsip dasar animasi dalam animasi "Weathering With You." *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. <http://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/4903>
- Putra, A. N. W., Pratama, R. Y., & Fairuza, R.E. (2023). 12 prinsip animasi dalam film stopmotion "Shaun The Sheep." *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. <http://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/6293>
- Putra, R., & Panindias, A. N. (2023). Implementasi prinsip animasi dalam gerak personifikasi tokoh di film animasi Lakontara. *CITRAWIRA: Journal of Advertising and Visual Communication*. <https://jurnal.isi-ska.ac.id/index.php/citrawira/article/view/5095>
- Rahmi, A. (2021). 12 Prinsip Animasi pada gerak karakter skeletal animation "Achoo." *DESKOVI: Art and Design Journal*. <https://e-journal.umaha.ac.id/index.php/deskovi/article/view/914>
- Santoso, A., Afdal, S., & Syakban, I. (2023). *at-Tarbiyah al-Mustamirrah : Jurnal Pendidikan Islam Analisis Materi Pendidikan Agama Islam pada Film Animasi Nussa dan Rarra. 4*, 65–82.
- Saputra, D., Dwipayana, I. K. A., Alrizkian, F. R., Alfahkri, A.R., & Putra, G.L.A.K. (2023). Unsur estetika pada karakter dan cerita animasi Adit Sopo Jarwo. *Animarupa: Jurnal Animasi*. <https://jurnal2.isidps.ac.id/index.php/animarupa/article/view/2857>
- Sarassati, R., Amrullah, A., & Saipullah, A. (2018). Media video animasi 3D sebagai salah satu pembelajaran. *CICES (Cyberpreneurship Innovative and Creative Exact and Social Science)*, 4(1). <https://core.ac.uk/download/pdf/285996299.pdf>
- Sari, D. R., Suyanto, M., & Sofyan, A. F. (2020). Implementasi Kansei Engineering dalam perancangan desain karakter dengan prinsip appeal (studi kasus: karakter dalam film Battle of Surabaya). *Creative Information Technology Journal*, 7(2). <https://citec.amikom.ac.id/main/index.php/citec/article/view/254>
- Sari, N. W., & Samawi, A. (2014). Pengaruh penggunaan media animasi terhadap hasil belajar IPA siswa slow learner. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan Luar Biasa*, 1(2). <https://journal2.um.ac.id/index.php/jppplb/article/view/4315>
- Setiawan, A. M. H., Sayatman, S., & ... (2020). Perancangan karakter dan environment pilot project serial animasi "Imajinavis." *Jurnal Sains Dan Seni ITS*. http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/51819
- Sudaryat, Y., & Chalik, C. (2022). Analisis penerapan prinsip-prinsip animasi dalam serial Netflix, Love, Death and Robots Volume 3 Episode 5: Kill Team Kill. *Jurnal Desain Komunikasi Visual Fakultas Seni Dan Desain Universitas Negeri Makassar*, 9(3). <https://ojs.unm.ac.id/tanra/article/view/38599/19899>
- Suparmaniam, C., binti Kadir, S. A., Jamalullail, S.N., & Kamaruddin, A.F. (2023). A comparative study between animation movie of Hikayat Sang Kancil (Filem Negara Malaysia) and animation movie Pada Zaman Dahulu (Les' Copaque Production): Narrative Elements. *Journal on Technical and Vocational Education: Special Edition for NARTC 2023*, 8(1). <http://www.upikpolimas.edu.my/ojs/index.php/JTVE/article/view/502>
- Tanus, R. J. G., Sumual, H., & Kumajas, S. (2022). Pengembangan media pembelajaran tutorial pada mata kuliah animasi 3 dimensi. *Edutik: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi*. <http://ejurnal.unima.ac.id/index.php/edutik/article/view/5307>
- Waeo, V., Lumenta, A. S. M., & Sugiarto, B.A.A. (2016). Implementasi gerakan manusia pada animasi 3D dengan menggunakan menggunakan metode pose to pose. *Jurnal Teknik Informatika*, 9(1). <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/informatika/article/view/14641>
- Wahono, R. S. (2015). A systematic literature review of software defect prediction. *Journal of Software Engineering*. [https://romisatriawahono.net/lecture/rm/survey/software engineering/Software Fault Defect sPrediction/Wahono - Systematic Literature Review of Software Defect Prediction - 2015.pdf](https://romisatriawahono.net/lecture/rm/survey/software%20engineering/Software%20Fault%20Defect%20sPrediction/Wahono%20-%20Systematic%20Literature%20Review%20of%20Software%20Defect%20Prediction%20-%202015.pdf)
- Widadijo, W. T. (2017). 12 prinsip animasi dalam serial "Adit&Sopo Jarwo." *Aksa: Jurnal Desain Komunikasi Visual*. <http://aksa.stsrdvisi.ac.id/index.php/aksa/article/view/7>
- Widadijo, W. T. (2020). Prinsip dasar tata rupa dalam film animasi "The Secret of Kells." *AKSA: Jurnal Desain Komunikasi Visual*. <http://www.aksa.stsrdvisi.ac.id/index.php/aksa/article/download/36/34>
- Zega, S. A., Tambun, G. J. P., Adhitya, W., & ... (2022). Penerapan prinsip-prinsip animasi pada film pendek animasi "Nohoax." *Journal of Applied Multimedia and Networking*, 6(1). <https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAMN/article/view/4179>