

Model Manajemen Penyimpanan Data Berbasis *Pipeline* Produksi Film Animasi 3D

Aryanto Yuniawan^{1*}, Ahmad Sa'di², Eko Tri Anggono³

^{1,2,3}Universitas AMIKOM Yogyakarta, Indonesia

¹⁾aryantoyuniawan@gmail.com, ²⁾ahmadsa@amikom.ac.id, ³⁾ekotri@amikom.ac.id



*Aryanto Yuniawan

Histori Artikel:

Submit: 2026-02-01

Diterima: 2026-02-07

Dipublikasikan: 2026-02-08

Kata Kunci:

Animasi 3D; Industri Film

Animasi; Manajemen

Penyimpanan Data; Pengelolaan

Data Digital; *Pipeline* Produksi

ABSTRAK

Industri film animasi 3D layar lebar menghasilkan data digital dalam jumlah besar dan beragam seiring dengan kompleksitas *pipeline* produksi yang melibatkan berbagai tahapan dan departemen kerja. Setiap tahapan *pipeline* produksi, mulai dari pra-produksi, produksi, hingga pasca-produksi, menghasilkan jenis data dengan karakteristik, pola akses, dan tingkat kepentingan yang berbeda, namun dalam praktiknya pengelolaan penyimpanan data sering kali masih dilakukan secara seragam tanpa mempertimbangkan keterkaitan dengan alur produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun model manajemen penyimpanan data berbasis *pipeline* produksi pada industri film animasi 3D layar lebar. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif dengan pemodelan terapan yang didukung oleh observasi, wawancara, dan studi dokumentasi pada lingkungan produksi animasi 3D. Model disusun melalui identifikasi tahapan *pipeline* produksi, klasifikasi jenis data yang meliputi data produksi, data non-produksi (operasional organisasi), data *backup*, dan data arsip, serta analisis karakteristik akses dan kebutuhan penyimpanan data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang diusulkan mampu memetakan keterkaitan antara tahapan *pipeline* produksi, jenis data, dan strategi penyimpanan yang sesuai, sehingga membentuk kerangka pengelolaan data yang lebih sistematis dan kontekstual. Implementasi model pada studi kasus produksi animasi 3D memperlihatkan bahwa penyesuaian strategi penyimpanan berdasarkan *pipeline* produksi dan karakteristik data bersifat realistis dan aplikatif. Model ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengelolaan penyimpanan data pada lingkungan produksi film animasi 3D layar lebar.

Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

LATAR BELAKANG

Perkembangan industri film animasi 3D layar lebar mendorong peningkatan signifikan terhadap kompleksitas *pipeline* produksi serta volume aset digital yang dihasilkan pada setiap tahapan kerja. *Pipeline* produksi animasi 3D umumnya mencakup tahapan *concept art*, *modeling*, *rigging*, *animation*, *lighting*, *rendering*, hingga *mastering* (Uherová, n.d.; Wang & Li, 2023) menghasilkan tipe data yang bervariasi dari sisi ukuran berkas, pola akses, dan tingkat kritikalitasnya terhadap proses produksi. Pada praktik industri kontemporer, ukuran aset 3D, tekstur beresolusi tinggi, dan data simulasi terus meningkat, sementara proses *rendering* dapat menghasilkan data cache yang mencapai ratusan gigabyte hingga terabyte per hari tergantung kompleksitas adegan (Jasaui et al., 2024).

Pada lingkungan produksi animasi 3D skala layar lebar, distribusi volume data tidak bersifat merata pada seluruh tahapan *pipeline* produksi (Das et al., 2024; Silva Jasaui et al., 2024). Berdasarkan pengamatan pada proses produksi, sebagian besar kapasitas penyimpanan justru dihasilkan pada tahap produksi utama (Liu, 2025), khususnya



proses *rendering*, simulasi, dan *compositing*, yang secara akumulatif dapat menyumbang lebih dari 50% hingga 60% total volume data produksi. Sementara itu, tahap pra-produksi seperti *concept art*, *asset awal*, dan *storyboard* hanya menyumbang sebagian kecil dari total data, dengan proporsi yang relatif rendah dibandingkan tahap produksi dan pasca-produksi. Ketimpangan distribusi data ini menunjukkan bahwa karakteristik data produksi animasi sangat dipengaruhi oleh struktur *pipeline* produksi yang dijalankan.

Namun demikian, dalam praktiknya, pengelolaan penyimpanan data pada lingkungan produksi animasi 3D masih sering dilakukan secara seragam tanpa mempertimbangkan perbedaan karakteristik data pada setiap tahapan *pipeline*. Pendekatan penyimpanan yang tidak selaras dengan alur produksi berpotensi menimbulkan pemborosan kapasitas, ketidakefisienan akses data, serta risiko terjadinya bottleneck yang dapat mengganggu kelancaran proses produksi, terutama pada fase produksi intensif dan pasca-produksi (Das et al., 2024; Liu, 2025). Permasalahan ini menjadi semakin kompleks ketika satu studio menangani beberapa proyek secara bersamaan, di mana data aktif dari berbagai proyek mendominasi penggunaan sumber daya penyimpanan.

Namun, di banyak studio, pengelolaan penyimpanan data masih dilakukan secara seragam untuk seluruh tahapan *pipeline* tanpa mempertimbangkan variasi karakteristik data yang dihasilkan. Studi terbaru menunjukkan bahwa aset-aset seperti model 3D, render cache, simulation bake, hingga final composites memiliki kebutuhan aksesibilitas, throughput, bandwidth, dan tingkat redundansi yang berbeda, sehingga penempatan semua jenis data dalam arsitektur penyimpanan yang sama dapat menimbulkan inefisiensi yang signifikan (Jasaui et al., 2024). Praktik penyimpanan yang tidak terdiferensiasi ini berpotensi menyebabkan pemborosan kapasitas, meningkatnya waktu akses data selama fase produksi intensif, serta memicu bottleneck pada sistem penyimpanan, terlebih ketika beberapa proyek berjalan secara paralel—suatu kondisi yang kerap ditemui pada studio animasi skala menengah dan besar (Deng et al., 2025).

Di sisi akademis, penelitian mengenai manajemen penyimpanan data dalam industri animasi dan multimedia selama lima tahun terakhir lebih banyak berfokus pada teknologi *rendering* real-time, efisiensi *pipeline*, atau pengadopsian komputasi awan, bukan pada pemetaan kebutuhan penyimpanan berdasarkan struktur *pipeline* produksi itu sendiri. Sebagian besar studi tersebut tidak memberikan data kuantitatif empiris mengenai distribusi volume data pada setiap tahapan *pipeline*, sehingga pendekatan yang dihasilkan masih bersifat naratif dan tidak sepenuhnya kontekstual terhadap praktik produksi sebenarnya (Deng et al., 2025; Silva Jasaui et al., 2024). Kondisi ini menegaskan perlunya pengembangan model manajemen penyimpanan data yang berbasis *pipeline* produksi animasi 3D dan didukung data empiris yang mencerminkan dinamika alur kerja studio modern.

Sejumlah penelitian terkait pengelolaan penyimpanan data pada industri animasi dan multimedia umumnya berfokus pada aspek kapasitas (Liu, 2025), performa, atau teknologi penyimpanan yang digunakan (Jiang et al., 2022). Namun, pendekatan tersebut belum sepenuhnya mengaitkan strategi manajemen penyimpanan data dengan tahapan *pipeline* produksi animasi 3D secara sistematis. Padahal, *pipeline* produksi berperan penting dalam menentukan jenis data, frekuensi akses, serta tingkat kritikalitas data terhadap keberlangsungan proses produksi. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya suatu model manajemen penyimpanan data yang secara khusus dirancang berdasarkan struktur *pipeline* produksi animasi.

Sejumlah penelitian terdahulu terkait pengelolaan penyimpanan data pada industri animasi dan multimedia umumnya berfokus pada aspek kapasitas, performa sistem, atau teknologi penyimpanan yang digunakan (Jiang et al., 2022; Liu, 2025). Meskipun pendekatan tersebut memberikan kontribusi pada optimalisasi teknis sistem penyimpanan, penelitian-penelitian tersebut belum secara eksplisit mengaitkan strategi manajemen penyimpanan data dengan struktur *pipeline* produksi animasi 3D sebagai kerangka utama pengelolaan data. Selain itu, belum banyak penelitian yang menyusun model manajemen penyimpanan data yang secara sistematis memetakan tahapan *pipeline* produksi terhadap klasifikasi jenis data dan kebutuhan penyimpanannya. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya pendekatan manajemen penyimpanan data yang berangkat dari alur kerja produksi animasi 3D itu sendiri.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menyusun model manajemen penyimpanan data berbasis *pipeline* produksi pada industri film animasi 3D layar lebar. Kontribusi penelitian ini terletak pada penyusunan model konseptual yang menjadikan *pipeline* produksi sebagai dasar pengelompokan data dan penentuan strategi penyimpanan, sehingga memperluas kajian manajemen penyimpanan data dari perspektif teknis menuju perspektif proses produksi dan organisasi. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menitikberatkan pada teknologi atau performa sistem penyimpanan, penelitian ini menempatkan *pipeline* produksi sebagai kerangka utama dalam perancangan model manajemen penyimpanan data (Das et al., 2024; Jiang et al., 2022).

STUDI LITERATUR

Penelitian mengenai pengelolaan penyimpanan data pada industri animasi dan multimedia menunjukkan kecenderungan fokus pada optimalisasi aspek teknis sistem penyimpanan. (Jiang et al., 2022) menekankan peningkatan performa sistem penyimpanan multimedia melalui pemilihan teknologi dan konfigurasi storage yang tepat. Pendekatan ini menempatkan penyimpanan data sebagai komponen infrastruktur teknis yang dioptimalkan berdasarkan parameter performa, namun belum mengaitkannya dengan variasi kebutuhan data yang muncul pada setiap tahapan *pipeline* produksi animasi.

Sejalan dengan itu, (Liu et al., 2024) mengkaji manajemen kapasitas penyimpanan data multimedia pada sistem berskala besar dengan fokus pada efisiensi kapasitas dan skalabilitas sistem. Meskipun memberikan kontribusi penting dalam konteks pengelolaan data berukuran besar, penelitian tersebut belum menganalisis karakteristik data secara spesifik pada masing-masing tahap produksi animasi, sehingga kebutuhan penyimpanan masih dipandang secara agregat dan belum kontekstual terhadap alur kerja produksi.

Dalam aspek keamanan dan tata kelola aset digital, (Fletcher & Petrova, 2026) menyoroti pentingnya penerapan model hybrid storage dan kontrol akses berbasis *pipeline* pada lingkungan produksi animasi dan *compositing*. Temuan mereka menunjukkan bahwa pengaturan hak akses yang disesuaikan dengan tahapan *pipeline* dapat meningkatkan keamanan aset digital dan mencegah konflik versi. Namun demikian, penelitian tersebut belum mengembangkan suatu model manajemen penyimpanan data yang terstruktur dan komprehensif untuk setiap tahap *pipeline* produksi.

Sementara itu, (Uddin et al., 2025) membahas peran kecerdasan buatan dalam mendorong otomasi *pipeline* produksi film, khususnya melalui penerapan sistem media *asset bank* dan AI *workflow*. Studi ini menunjukkan bahwa otomasi dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan aset digital dan pengendalian versi. Akan tetapi, fokus utama penelitian tersebut berada pada otomasi proses, bukan pada penyusunan kerangka konseptual manajemen penyimpanan data yang memetakan hubungan antara tahapan *pipeline* dan kebutuhan storage secara sistematis.

Pada konteks lingkungan produksi multi-proyek, (Das et al., 2024) mengidentifikasi bahwa pendekatan pengelolaan data yang seragam berpotensi menimbulkan *bottleneck* dan konflik pemanfaatan sumber daya penyimpanan. Studi ini menegaskan pentingnya penyesuaian strategi pengelolaan data dalam lingkungan produksi paralel, namun belum menawarkan model manajemen penyimpanan berbasis *pipeline* yang dapat mengakomodasi perbedaan karakteristik data antar tahapan produksi.

Berdasarkan sintesis penelitian terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa meskipun berbagai studi telah berkontribusi pada optimalisasi teknis sistem penyimpanan, keamanan aset digital, dan otomasi *pipeline*, masih terdapat keterbatasan dalam mengaitkan strategi manajemen penyimpanan data secara langsung dengan struktur *pipeline* produksi animasi 3D. Sebagian besar penelitian menempatkan *pipeline* sebagai konteks operasional, bukan sebagai kerangka utama dalam perancangan model pengelolaan penyimpanan data. Oleh karena itu, penelitian ini memposisikan *pipeline* produksi animasi 3D sebagai dasar konseptual dalam penyusunan model manajemen penyimpanan data, dengan tujuan memetakan hubungan antara tahapan produksi, klasifikasi jenis data, serta kebutuhan penyimpanan secara terstruktur dan kontekstual terhadap proses produksi animasi 3D.

Untuk memperjelas posisi penelitian ini terhadap penelitian terdahulu, Tabel 1 menyajikan sintesis komparatif beberapa penelitian kunci yang relevan dengan pengelolaan penyimpanan data pada industri animasi dan multimedia. Sintesis ini menyoroti fokus penelitian, pendekatan yang digunakan, serta keterbatasan masing-masing studi, sehingga dapat terlihat dengan jelas perbedaan konseptual dan kontribusi penelitian ini dibandingkan pendekatan-pendekatan sebelumnya.

Tabel 1
Sintesis Penelitian Terdahulu Terkait Manajemen Penyimpanan Data pada Produksi Animasi dan Multimedia

No	Peneliti & Tahun	Fokus Penelitian	Pendekatan / Objek	Temuan Utama	Keterbatasan Penelitian	Posisi Penelitian Ini
1	Jiang et al. (2022)	Optimalisasi performa sistem penyimpanan multimedia	Analisis teknis sistem storage	Peningkatan performa dicapai melalui pemilihan teknologi dan konfigurasi storage	Tidak mengaitkan strategi penyimpanan dengan alur <i>pipeline</i> produksi	Penelitian ini memposisikan <i>pipeline</i> sebagai dasar perancangan model, bukan sekadar optimasi teknis
2	Liu (2025)	Manajemen kapasitas penyimpanan data multimedia	Studi sistem penyimpanan skala besar	Fokus pada efisiensi kapasitas dan skalabilitas sistem	Karakteristik data per tahap produksi tidak dianalisis secara spesifik	Model yang diusulkan memetakan kebutuhan penyimpanan berdasarkan tahapan <i>pipeline</i>
3	Fletcher & Petrova (2026)	Keamanan dan tata kelola aset digital pada <i>pipeline</i> animasi	Studi keamanan <i>pipeline</i> animasi & VFX	Model hybrid storage dan kontrol akses berbasis <i>pipeline</i> meningkatkan keamanan aset	Belum menyusun model manajemen penyimpanan yang terstruktur per tahap <i>pipeline</i>	Penelitian ini memperluas konsep <i>pipeline</i> -based governance ke dalam model manajemen penyimpanan data
4	Uddin et al. (2025)	Otomasi <i>pipeline</i> produksi film berbasis AI	Sistem media asset bank dan AI workflow	Otomasi meningkatkan efisiensi pengelolaan dan versi aset digital	Fokus pada otomasi, bukan pada kerangka konseptual manajemen penyimpanan	Model ini melengkapi otomasi dengan kerangka konseptual klasifikasi dan kebutuhan storage
5	Das et al. (2024)	Pengelolaan data pada produksi multimedia multi-proyek	Studi lingkungan produksi paralel	Pendekatan seragam berpotensi menimbulkan bottleneck dan konflik sumber daya	Tidak menawarkan model manajemen penyimpanan berbasis <i>pipeline</i>	Penelitian ini menawarkan model berbasis <i>pipeline</i> untuk menghindari konflik data multi-proyek

Berdasarkan sintesis tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berbeda secara fundamental dari penelitian terdahulu karena menjadikan *pipeline* produksi animasi 3D sebagai kerangka utama dalam penyusunan model manajemen penyimpanan data.

METODE

Metode penelitian dirancang untuk menghasilkan model manajemen penyimpanan data yang sistematis, kontekstual, dan dapat ditelusuri proses pembentukannya. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif (Dharmaratne et al., 2025) dengan pemodelan terapan untuk merumuskan kerangka pengelolaan penyimpanan data berdasarkan *pipeline* produksi animasi 3D (Gao, 2022; Shen & Chen, 2024). Keluaran utama penelitian berupa model konseptual yang memetakan keterkaitan antara tahapan *pipeline* produksi, klasifikasi jenis data, karakteristik akses, serta strategi penyimpanan yang direkomendasikan, yang dituangkan dalam diagram hubungan dan tabel pemetaan *pipeline*, data kebutuhan penyimpanan.

Objek penelitian adalah di salah satu studio animasi di Yogyakarta tepatnya lingkungan produksi film animasi 3D layar lebar yang digunakan sebagai studi kasus. Pengumpulan data dilakukan pada periode 3 bulan dengan unit analisis meliputi tahapan *pipeline* produksi (pra-produksi, produksi, pasca-produksi) dan kelompok data yang dihasilkan pada setiap tahapan. Informasi diperoleh dari pemangku kepentingan yang terlibat dalam pengelolaan *pipeline* dan penyimpanan data, seperti peran teknis (misalnya administrator penyimpanan/IT, *technical director/pipeline*), serta peran produksi (misalnya *lead departemen*) sesuai kebutuhan konteks studi kasus.

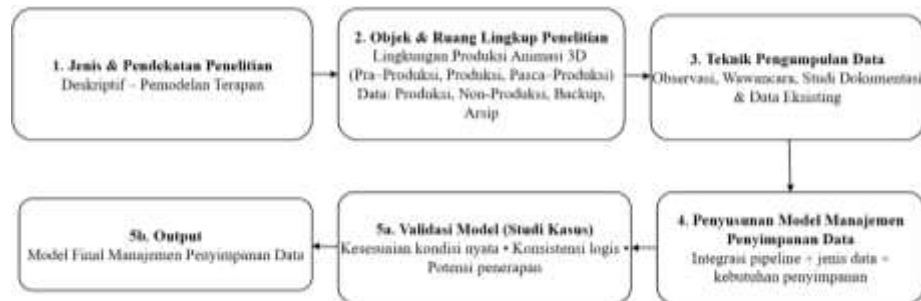
Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap alur *pipeline* produksi animasi 3D (Amirul et al., 2024; Keinonen et al., 2025), wawancara semi-terstruktur, serta studi dokumentasi. Wawancara dilakukan kepada tiga orang tim teknologi informasi (IT), lima orang tim produksi, dan satu orang Direktur Produksi yang terlibat langsung dalam pengelolaan data dan pengambilan keputusan pada proses produksi. Data yang diperoleh digunakan untuk memetakan tahapan *pipeline* produksi, karakteristik data yang dihasilkan, serta praktik pengelolaan penyimpanan data yang berjalan, yang selanjutnya menjadi dasar penyusunan dan penerapan model manajemen penyimpanan data.

Penyusunan model dilakukan melalui beberapa tahap. Tahap awal adalah identifikasi *pipeline* produksi animasi 3D (Li & Zhou, 2022; Silva Jasau et al., 2024) untuk memperoleh pemetaan tahapan kerja dan aliran data antar tahapan. Tahap berikutnya adalah klasifikasi data ke dalam empat kategori, yaitu data produksi, data non-produksi (operasional organisasi), data *backup*, dan data arsip, dengan kriteria utama berdasarkan fungsi data terhadap proses produksi, tingkat sensitivitas, serta tujuan penyimpanannya (Binti Ismail et al., 2026). Selanjutnya dilakukan analisis karakteristik akses data yang mencakup frekuensi akses, kritikalitas terhadap keberlangsungan produksi, dan kebutuhan retensi. Frekuensi akses ditentukan secara kualitatif berdasarkan pola kerja (misalnya harian, mingguan, bulanan, atau insidental), kritikalitas ditentukan berdasarkan dampak gangguan data terhadap kelancaran produksi (tinggi, sedang, rendah), dan retensi ditentukan berdasarkan kebutuhan penyimpanan selama produksi, pasca-produksi, atau penyimpanan jangka panjang sebagai arsip.

Hasil klasifikasi dan analisis karakteristik akses kemudian dipetakan menjadi kebutuhan penyimpanan yang relevan. Data produksi yang berakses tinggi dan kritis diarahkan pada strategi penyimpanan berperforma tinggi dengan latensi rendah untuk mendukung kolaborasi paralel, sedangkan data non-produksi diarahkan pada penyimpanan dengan kontrol akses yang lebih ketat. Data *backup* diarahkan pada penyimpanan redundan terpisah untuk mendukung pemulihan data, dan data arsip diarahkan pada penyimpanan jangka panjang dengan prioritas efisiensi biaya dan kebijakan retensi. Pemetaan ini menjadi dasar perumusan model manajemen penyimpanan data berbasis *pipeline* produksi.

Validasi model (Binti Ismail et al., 2026) dilakukan melalui studi kasus dengan dua pendekatan. Pertama, model dibandingkan dengan kondisi pengelolaan data pada lingkungan studi kasus untuk menilai kesesuaian pemetaan *pipeline*, klasifikasi data, dan strategi penyimpanan yang direkomendasikan. Kedua, dilakukan penilaian

kelayakan model melalui tinjauan pemangku kepentingan (*expert review*) dengan meminta umpan balik atas aspek kejelasan, keterterapan, dan kelengkapan model. Hasil validasi digunakan untuk melakukan penyempurnaan model secara konseptual sebelum dipaparkan sebagai hasil penelitian.



Gambar 1. Alur Metode Penelitian Model Manajemen Penyimpanan Data Berbasis *Pipeline* Produksi

Untuk memperjelas tahapan dan teknik yang digunakan pada setiap fase penelitian, ringkasan metode penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2

Tahapan dan Teknik Yang Digunakan Pada Setiap Fase Penelitian

Sumber Data	Teknik Pengumpulan Data	Instrumen	Output yang Dihasilkan
Lingkungan produksi animasi 3D (<i>pipeline</i> pra-produksi, produksi, pasca-produksi)	Observasi	Lembar observasi alur <i>pipeline</i> dan aliran data	Pemetaan tahapan <i>pipeline</i> produksi dan alur pergerakan data
Pemangku kepentingan produksi (technical director/ <i>pipeline</i> , admin IT/storage, lead departemen)	Wawancara semi-terstruktur	Panduan wawancara terkait jenis data, pola akses, kebijakan penyimpanan, <i>backup</i> , dan arsip	Identifikasi jenis data dominan, titik kritis akses data, serta kebutuhan penyimpanan
Dokumen internal produksi	Studi dokumentasi	<i>Checklist</i> dokumen (diagram <i>pipeline</i> , struktur folder, kebijakan akses, catatan kapasitas)	Verifikasi struktur data, klasifikasi data, dan praktik pengelolaan penyimpanan
Hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi	Analisis deskriptif dan pemodelan terapan	Matrik pemetaan <i>pipeline</i> , data, karakteristik akses	Klasifikasi data (produksi, non-produksi, <i>backup</i> , arsip) dan karakteristik akses
Hasil analisis dan pemetaan	Validasi studi kasus dan tinjauan ahli	<i>Walkthrough</i> model dan umpan balik pemangku kepentingan	Penyempurnaan model manajemen penyimpanan

HASIL

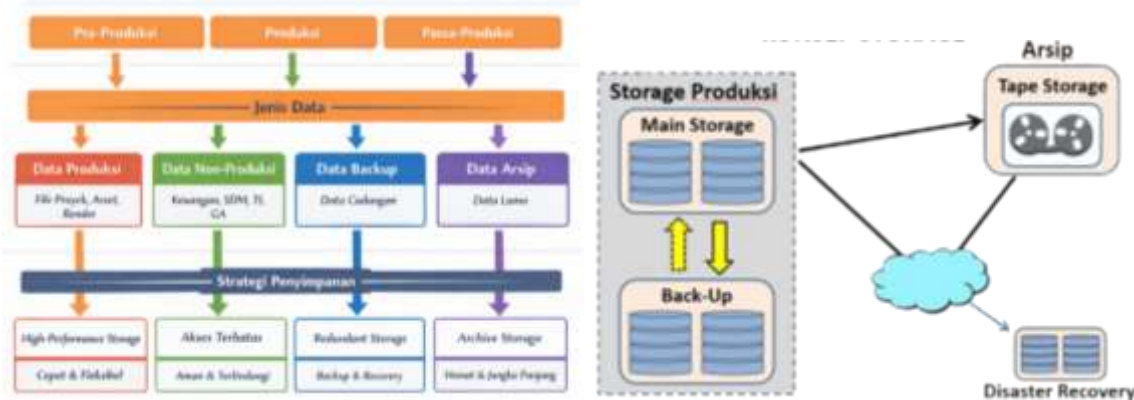
Bab ini menyajikan hasil penelitian yang mencakup penyusunan model manajemen penyimpanan data berbasis *pipeline* produksi animasi 3D, pemetaan tahapan *pipeline* terhadap jenis dan kebutuhan data, serta hasil implementasi model pada lingkungan produksi animasi 3D layar lebar yang digunakan sebagai studi kasus. Seluruh hasil penelitian diperoleh berdasarkan tahapan metode penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu melalui observasi, wawancara semi-terstruktur, dan studi dokumentasi, sehingga hasil yang disajikan merefleksikan kondisi nyata pengelolaan data pada lingkungan produksi yang diteliti.

Hasil Penyusunan Model Manajemen Penyimpanan Data

Hasil utama penelitian ini adalah tersusunnya sebuah model manajemen penyimpanan data berbasis *pipeline* produksi animasi 3D layar lebar. Model yang dihasilkan mengintegrasikan tiga komponen utama, yaitu tahapan *pipeline* produksi, klasifikasi jenis data, dan kebutuhan strategi penyimpanan data. Ketiga komponen tersebut disusun dalam satu kerangka konseptual yang menggambarkan keterkaitan antara proses produksi animasi dan pengelolaan penyimpanan data.

Dalam model ini, *pipeline* produksi animasi 3D dibagi ke dalam tiga tahapan utama, yaitu pra-produksi, produksi, dan pasca-produksi. Setiap tahapan *pipeline* diperlakukan sebagai entitas yang menghasilkan, menggunakan, dan mengelola data dengan karakteristik yang berbeda. Berdasarkan hasil analisis, data yang dikelola dalam lingkungan produksi animasi 3D diklasifikasikan ke dalam empat kategori, yaitu data produksi, data non-produksi (operasional organisasi), data *backup*, dan data arsip.

Model yang dihasilkan menunjukkan adanya hubungan langsung antara tahapan *pipeline* produksi dan kategori data yang terlibat, serta mengaitkannya dengan kebutuhan strategi penyimpanan yang berbeda. Hubungan tersebut divisualisasikan dalam bentuk model konseptual yang menggambarkan keterkaitan antara *pipeline* produksi, jenis data, dan strategi penyimpanan yang direkomendasikan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antara *pipeline* produksi, jenis data, dan strategi penyimpanan

Pemetaan *Pipeline* Produksi terhadap Jenis dan Kebutuhan Data

Hasil penelitian selanjutnya berupa pemetaan tahapan *pipeline* produksi animasi 3D terhadap jenis data yang dihasilkan atau digunakan, karakteristik akses data, serta kebutuhan penyimpanan yang menyertainya. Pemetaan ini disusun untuk menunjukkan keterkaitan sistematis antara proses produksi dan pengelolaan penyimpanan data.

Pada tahap pra-produksi, data yang dominan terdiri atas data produksi awal seperti *concept art*, *storyboard*,

dan aset awal, serta data non-produksi berupa dokumen perencanaan dan administrasi proyek. Data pada tahap ini memiliki karakteristik akses sedang dan bersifat kolaboratif, sehingga dipetakan pada kebutuhan penyimpanan terpusat yang mendukung fleksibilitas versi dan pengendalian akses.

Tahap produksi merupakan fase dengan intensitas data tertinggi dalam *pipeline* animasi 3D. Data produksi pada tahap ini mencakup aset 3D, *cache* simulasi, file animasi, data *lighting*, *compositing*, serta audio. Data tersebut memiliki karakteristik akses tinggi, intensif, dan paralel antar departemen. Berdasarkan hasil pemetaan, data pada tahap produksi diarahkan pada kebutuhan penyimpanan berperforma tinggi dengan latensi rendah untuk mendukung aktivitas kerja yang berkelanjutan. Selain data produksi, tahap ini juga melibatkan data non-produksi operasional dengan karakteristik akses periodik yang memerlukan penyimpanan aman dan stabil.

Pada tahap pasca-produksi, data produksi berupa file hasil render akhir, *compositing*, dan *mastering* masih memiliki intensitas akses yang relatif tinggi hingga proyek dinyatakan selesai. Setelah tahap tersebut, data produksi utama dialihkan menjadi data arsip dengan karakteristik akses sangat rendah dan kebutuhan retensi jangka panjang. Data *backup* dipetakan secara lintas tahapan *pipeline* sebagai salinan data penting yang disimpan secara redundan untuk keperluan pemulihan data.

Hasil pemetaan *pipeline* produksi terhadap jenis dan kebutuhan data ini disajikan secara rinci dalam Tabel 3, yang memperlihatkan hubungan antara tahapan *pipeline*, kategori data, karakteristik akses, dan kebutuhan penyimpanan yang relevan.

Tabel 3

Pemetaan *Pipeline* Produksi terhadap Jenis dan Kebutuhan Data

Tahapan <i>Pipeline</i> Produksi	Jenis Data	Data	Aplikasi Kerja	Ekstensi File	Karakteristik Akses	Kebutuhan Penyimpanan
Pra-Produksi	Data Produksi	<i>Concept art</i> , storyboard, aset awal	Celx Photoshop	.cltx	Akses sedang, kolaboratif	Penyimpanan terpusat dengan fleksibilitas versi
Pra-Produksi	Data Non-Produksi	Dokumen perencanaan, administrasi proyek	Ms.Word Foxit Ms. Excel	.docx .pdf .xlsx	Akses terbatas, sensitif	Penyimpanan aman dengan kontrol akses
Produksi	Data Produksi	Aset 3D, <i>cache</i> simulasi, file animasi, <i>lighting</i> , VFX, Audio, Dialog, Music, SFX, <i>Compositing</i>	Maya Photoshop Blender ZBrush xNormal Substance 3D Painter Nuke X Studio One Pro Tools	.ma .psd .blend .ztl .sbsar .hip .Waf .mp3 .nk	Akses tinggi, intensif, paralel	Penyimpanan berperforma tinggi dan latensi rendah
Pasca-Produksi	Data Produksi	Editing, <i>Mastering</i> Film	Final Cut Pro,	.avi .mov	Akses tinggi pada fase akhir	Penyimpanan berkapasitas

Tahapan <i>Pipeline</i> Produksi	Jenis Data	Data	Aplikasi Kerja	Ekstensi File	Karakteristik Akses	Kebutuhan Penyimpanan
Pasca-Produksi	Data Arsip	Editing, <i>Mastering</i> Film	DaVinci Resolve	.dpx .wav	Akses sangat rendah, jangka panjang	besar dan stabil
			Final Cut Pro, DaVinci Resolve	.avi .mov .dpx .wav		Penyimpanan arsip berbiaya efisien
<i>Backup</i> Produksi	Data <i>Backup</i>	Salinan data produksi aktif	Aplikasi produksi	Ekstensi sesuai aplikasi produksi	Akses sangat rendah	Penyimpanan redundan dan terpisah
Manajerial	Data Operasional (Non-Produksi)	Data kepegawaian, data aset dan pengguna infrastruktur, jadwal kerja, data TI	Ms. Word	.docx	Akses periodik, lintas unit	Penyimpanan aman dan stabil
			Foxit Ms. Excel	.pdf .xlsx		

Hasil Implementasi Model pada Studi Kasus Produksi Animasi 3D

Hasil penelitian berikutnya berupa implementasi model manajemen penyimpanan data berbasis *pipeline* produksi pada lingkungan produksi animasi 3D layar lebar yang digunakan sebagai studi kasus. Implementasi dilakukan dengan memetakan kondisi pengelolaan data yang berjalan pada lingkungan studi kasus terhadap komponen model yang dihasilkan. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sebelum penerapan model, data produksi, data non-produksi, data *backup*, dan data arsip cenderung tersimpan pada media penyimpanan yang sama tanpa pemisahan yang jelas berdasarkan fungsi dan tahapan *pipeline* produksi. Kondisi tersebut menyulitkan pengelolaan akses data, pengendalian versi, serta perencanaan kapasitas penyimpanan.

Setelah model diterapkan secara konseptual, data pada lingkungan studi kasus dapat dipetakan sesuai dengan kategori dan tahapan *pipeline* produksi. Data produksi ditempatkan sesuai dengan tahapan pra-produksi, produksi, dan pasca-produksi, sementara data non-produksi, data *backup*, dan data arsip dipetakan pada penyimpanan yang terpisah sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan aksesnya. Hasil pemetaan ini menunjukkan bahwa seluruh komponen model dapat diaplikasikan pada kondisi nyata pengelolaan data produksi animasi 3D.

Perbandingan kondisi pengelolaan data sebelum dan setelah penerapan model secara konseptual disajikan dalam Tabel 4. Tabel tersebut memperlihatkan perbedaan penempatan data, pengaturan akses, dan strategi penyimpanan berdasarkan tahapan *pipeline* produksi dan jenis data. Hasil implementasi ini menjadi dasar untuk menilai kesesuaian model dengan kebutuhan pengelolaan penyimpanan data pada lingkungan produksi animasi 3D layar lebar.

Tabel 4.
Model pada Studi Kasus Produksi Animasi 3D

Tahapan Produksi	Jenis Data	Kondisi Pengelolaan Data (Sebelum Model)	Penerapan Model	Dampak Implementasi (Konseptual)
Pra-Produksi	Data Produksi	Data tersimpan bercampur, pengelolaan versi tidak terstruktur	Penyimpanan terpusat berbasis <i>pipeline</i>	Kolaborasi tim lebih terkontrol
Pra-Produksi	Data Non-Produksi	Data administrasi tersimpan bersama data	Penyimpanan terpisah dengan	Keamanan data meningkat

Tahapan Produksi	Jenis Data	Kondisi Pengelolaan Data (Sebelum Model)	Penerapan Model	Dampak Implementasi (Konseptual)
		produksi	kontrol akses	
Produksi	Data Produksi	Akses data intensif tanpa pemisahan prioritas	Penyimpanan berperforma tinggi	Alur kerja lebih lancar
Produksi	Data Non-Produksi	Data operasional bercampur dengan data produksi	Penyimpanan aman berbasis peran	Risiko kesalahan akses berkurang
Produksi	Data Backup	Backup tidak terjadwal dan tidak terintegrasi	Penyimpanan redundan terpisah	Perlindungan data lebih baik
Pasca-Produksi	Data Produksi	Data aktif dan data lama tersimpan bersamaan	Penyimpanan stabil sesuai tahap	Pengelolaan kapasitas lebih efisien
Pasca-Produksi	Data Arsip	Data proyek selesai masih di storage utama	Penyimpanan arsip jangka panjang	Efisiensi penyimpanan meningkat

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan manajemen penyimpanan data yang disusun berdasarkan *pipeline* produksi memberikan kerangka pengelolaan data yang lebih selaras dengan alur kerja produksi animasi 3D layar lebar. Berbeda dengan pendekatan penyimpanan konvensional yang cenderung memperlakukan data secara seragam, model yang diusulkan dalam penelitian ini secara eksplisit mengaitkan tahapan *pipeline* produksi, jenis data, dan kebutuhan penyimpanan. Dengan demikian, pengelolaan data tidak lagi diposisikan sebagai aspek teknis yang terpisah, melainkan sebagai bagian integral dari proses produksi animasi.

Temuan penelitian ini menegaskan bahwa karakteristik data dalam produksi animasi 3D sangat dipengaruhi oleh struktur *pipeline* produksi yang dijalankan. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa tahap produksi utama menghasilkan data dengan intensitas akses dan tingkat kritikalitas yang lebih tinggi dibandingkan tahap pra-produksi dan pasca-produksi. Kondisi ini sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa fase *rendering*, simulasi, dan *compositing* merupakan tahapan dengan dominasi volume data dan beban akses tertinggi dalam produksi animasi dan multimedia (Das et al., 2024; Jiang et al., 2022; Liu et al., 2024). Selain itu, (Uddin et al., 2025) juga menekankan bahwa kompleksitas data pada tahap produksi mendorong kebutuhan pengelolaan aset digital dan penyimpanan yang selaras dengan struktur *pipeline* untuk mendukung proses kerja yang intensif dan paralel.

Dari sisi praktis, model ini bersifat adaptif dan dapat diterapkan pada studio animasi dengan skala yang berbeda. Pada studio kecil, model berfungsi sebagai panduan konseptual untuk memisahkan data produksi dan non-produksi agar sumber daya penyimpanan yang terbatas dapat dialokasikan sesuai prioritas *pipeline*. Pada studio menengah, model mendukung pengelolaan data multi-proyek melalui pemetaan yang lebih terstruktur antara *pipeline* dan jenis data, sehingga koordinasi lintas departemen dan pengaturan akses menjadi lebih konsisten. Sementara itu, pada studio berskala besar atau multi-lokasi, model ini dapat menjadi dasar perancangan kebijakan manajemen penyimpanan data yang terintegrasi dengan sistem manajemen aset digital dan otomatisasi *pipeline*, khususnya untuk perencanaan kapasitas, pengendalian versi, dan pengelolaan arsip produksi.

Dari perspektif manajemen data, klasifikasi data ke dalam kategori data produksi, data non-produksi, data *backup*, dan data arsip memiliki implikasi langsung terhadap strategi penyimpanan yang diterapkan. Dengan mengaitkan klasifikasi tersebut pada tahapan *pipeline* produksi, penelitian ini menyediakan kerangka konseptual yang memungkinkan penentuan strategi penyimpanan secara lebih terarah, tanpa bergantung pada satu pendekatan

penyimpanan yang bersifat umum. Pendekatan ini melengkapi kajian sebelumnya mengenai pengelolaan aset digital dan interoperabilitas *pipeline* dengan menambahkan dimensi manajemen penyimpanan data sebagai bagian dari tata kelola produksi animasi 3D secara menyeluruh.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang diusulkan dapat diaplikasikan pada studi kasus yang diteliti, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Model dikembangkan berdasarkan satu lingkungan produksi animasi 3D sebagai studi kasus, sehingga karakteristik organisasi, skala produksi, dan kebijakan internal dapat memengaruhi bentuk implementasi model. Selain itu, validasi model dilakukan secara konseptual melalui studi kasus dan tinjauan pemangku kepentingan, tanpa pengujian kuantitatif terhadap performa teknis sistem penyimpanan. Oleh karena itu, hasil penelitian ini lebih menekankan pada kesesuaian konseptual dan keterterapan model dibandingkan evaluasi kinerja teknis.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya dapat mengembangkan model ini dengan menguji penerapannya pada berbagai lingkungan produksi animasi 3D dengan skala dan kompleksitas yang berbeda, atau dengan mengombinasikannya dengan evaluasi kuantitatif terhadap performa dan efisiensi sistem penyimpanan. Selain itu, integrasi model dengan pendekatan manajemen aset digital dan otomatisasi *pipeline* produksi berbasis teknologi terkini dapat menjadi arah pengembangan penelitian yang relevan di masa mendatang.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah model manajemen penyimpanan data berbasis *pipeline* produksi film animasi 3D layar lebar yang dirancang untuk menyelaraskan pengelolaan penyimpanan data dengan karakteristik alur kerja produksi. Model yang diusulkan menempatkan *pipeline* produksi animasi 3D sebagai kerangka utama dalam pengelolaan data, dengan mengaitkan tahapan pra-produksi, produksi, dan pasca-produksi terhadap klasifikasi jenis data serta kebutuhan strategi penyimpanannya. Pendekatan ini memperluas kajian sebelumnya yang umumnya berfokus pada kapasitas dan performa teknis sistem penyimpanan, dengan menghadirkan perspektif konseptual yang memandang pengelolaan penyimpanan data sebagai bagian integral dari proses produksi animasi.

Secara teoretis, penelitian ini berkontribusi dengan mengembangkan model konseptual manajemen penyimpanan data yang menjadikan *pipeline* produksi animasi 3D sebagai kerangka utama pengelolaan data. Secara praktis, model ini dapat digunakan sebagai kerangka pengambilan keputusan dalam pengelolaan penyimpanan data pada lingkungan produksi animasi 3D. Dengan mengklasifikasikan data ke dalam kategori data produksi, data non-produksi, data *backup*, dan data arsip berdasarkan tahapan *pipeline* produksi, model ini membantu studio animasi dalam menentukan penempatan data, pengaturan prioritas akses, serta pemisahan fungsi penyimpanan secara lebih terarah. Pendekatan tersebut bersifat adaptif dan dapat diterapkan pada studio animasi dengan skala yang berbeda, baik studio kecil, menengah, maupun besar, sesuai dengan kebutuhan dan kompleksitas produksi masing-masing.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena dikembangkan berdasarkan satu studi kasus dan belum disertai pengujian kuantitatif terhadap kinerja teknis sistem penyimpanan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji penerapan model ini pada berbagai lingkungan produksi animasi 3D dengan skala dan kompleksitas yang berbeda, serta mengombinasikannya dengan evaluasi kuantitatif menggunakan indikator kinerja penyimpanan. Selain itu, integrasi model dengan sistem manajemen aset digital dan otomatisasi *pipeline* produksi juga direkomendasikan agar model ini dapat berkembang dari kerangka konseptual menjadi dasar pengelolaan penyimpanan data yang lebih terukur dan komprehensif.

REFERENSI

- Amirul, M., Che Din, S., & Mohamed Ghazali, N. A. (2024). A content analysis of graphic elements in 2D and 3D animated explainer videos for 3D laser scanning in construction. *Ideology Journal*, 9(2), 117–125.
- Binti Ismail, W., Rana, M. E., Ike, T. C., Safavi, S., & David, L. G. (2026). Empowering *Animation*: Harnessing Cloud Computing for Creative Excellence and Global Collaboration. In V. Bhateja, S. M. Biju, & S. K. Udghata (Eds), *Information System Design: AI and ML Applications* (pp. 547–557). Springer Nature.

https://doi.org/10.1007/978-981-95-0375-9_41

- Das, S., Marlecha, V. B., Santpurkar, P., & Mi, D. (2024). Building a scalable *Animation* Production Reporting Framework. *The Digital Production Symposium*, 1–6. <https://doi.org/10.1145/3665320.3670986>
- Deng, Z., Zhang, M., Zhao, F., Chen, B., Wang, Y., Xiang, N., Deng, Z., Zhang, M., Zhao, F., Chen, B., Wang, Y., & Xiang, N. (2025). *AI-Driven Technological Reconstruction and Industry Adaptation of CG Film Production in the Metaverse Era: A Review from Concept Design to Post-Production*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1012561>
- Dharmaratne, A. T. T., De Livera, A., Georgiou, S., & Stylianou, S. (2025). Variable selection methods for descriptive modeling. *PLoS One*, 20(6), e0321601.
- Fletcher, S., & Petrova, A. (2026). *Designing Secure yet Flexible Compositing Pipelines: A Comparative Study of Modular Workflows and Remote Collaboration Models*. https://www.researchgate.net/profile/Emmanuel-Mabel/publication/399958638_Designing_Secure_yet_Flexible_Visual_Effects_Pipelines_A_Comparative_Study_of_Modular_Workflows_and_Remote_Collaboration_Models/links/697142caac604d40d0e4d330/Designing-Secure-yet-Flexible-Visual-Effects-Pipelines-A-Comparative-Study-of-Modular-Workflows-and-Remote-Collaboration-Models.pdf
- Gao, Q. (2022). Design and Implementation of 3D *Animation* Data Processing Development Platform Based on Artificial Intelligence. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2022/1518331>
- Jasaui, D. S., Martí-Testón, A., Muñoz, A., Moriniello, F., Solanes, J. E., & Gracia, L. (2024). Virtual Production: Real-Time *Rendering Pipelines* for Indie Studios and the Potential in Different Scenarios. *Applied Sciences*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/app14062530>
- Jiang, R., Wang, L., & Tsai, S.-B. (2022). An Empirical Study on Digital Media Technology in Film and Television *Animation* Design. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2022/5905117>
- Keinonen, H., Wahi, C., Sarikakis, K., Rossato Fernandes, M., Tran, T., Tinen, P., Vlassis, A., Goffredo, S., Dâmaso, M., Turan, P., Sganga, C., De Potesta, A., Afilipoaie, A., & Ranaivoson, H. (2025). *D4.1 Set-the-Stage Report on international promotion of European Animation Industry*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.17482738>
- Li, S., & Zhou, Y. (2022). *Pipeline 3D Modeling Based on High-Definition Rendering* Intelligent Calculation. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2022/4580363>
- Liu, P.-J., Li, C.-P., & Chen, H. (2024). Enhancing Storage Efficiency and Performance: A Survey of Data Partitioning Techniques. *Journal of Computer Science and Technology*, 39(2), 346–368. <https://doi.org/10.1007/s11390-024-3538-1>
- Liu, Z. (2025). The methodology for creating *animation* using virtual reality in the context of big data. *Journal of Computational Methods in Sciences and Engineering*, 25(2), 1606–1616. <https://doi.org/10.1177/14727978241302162>
- Shen, W., & Chen, C. (2024). 3D Film and Television *Animation* Production Cloud Management System Based on Artificial Intelligence. *2024 IEEE 13th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT)*, 948–953. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10545896/>
- Silva Jasaui, D., Martí-Testón, A., Muñoz, A., Moriniello, F., Solanes, J. E., & Gracia, L. (2024). Virtual production: Real-time *rendering pipelines* for indie studios and the potential in different scenarios. *Applied Sciences*,



14(6), 2530.

- Uddin, S. M. I., Sumon, R. I., Islam Mozumder, M. A., Hussin Chowdhury, M. K., Theodore Armand, T. P., & Kim, H. C. (2025). Innovations and Challenges of AI in Film: A Methodological Framework for Future Exploration. *ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl.*, 21(7), 199:1-199:55. <https://doi.org/10.1145/3736724>
- Uherová, D. (n.d.). *Modern technologies used for creating animations: Proposal of optimized workflow for effective animation process*. Retrieved 1 February 2026, from https://theses.cz/id/x87qjn/zaverecna_prace_Archive.pdf
- Wang, X., & Li, X. (2023). Computer Aided Animation Art Design and Production Based on Virtual Reality Technology. *Computer-Aided Design and Applications*, 154–170. <https://doi.org/10.14733/cadaps.2024.S14.154-170>

