**LAPORAN UTS SISTEM MULTIMEDIA TEKS, GAMBAR, AUDIO, VIDEO, DAN ANIMASI**

****

NAMA : RAKA NADWA

NIM : 2407113886

KELAS : TI A

DOSEN PENGAMPU : Rahyul Amri, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INFORMATIKA**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS RIAU**

**2024/2025**

**DAFTAR ISI**

[**BAB I** 1](#_Toc196244420)

[**PENDAHULUAN** 1](#_Toc196244421)

[**1.1. Latar Belakang** 1](#_Toc196244422)

[**1.2. Tujuan** 1](#_Toc196244423)

[**BAB II** 2](#_Toc196244424)

[**PEMBAHASAN** 2](#_Toc196244425)

[**2.1. Teks** 2](#_Toc196244426)

[**2.1.1. Pendapat Ahli** 2](#_Toc196244427)

[**2.1.2. Font Populer** 3](#_Toc196244428)

[**2.2. Gambar** 8](#_Toc196244429)

[**2.2.1. Pendapat Ahli** 8](#_Toc196244430)

[**2.2.2. Format Gambar Populer** 9](#_Toc196244431)

[**2.2.3. Hasil Analisa** 13](#_Toc196244432)

[**2.3. Audio** 14](#_Toc196244433)

[**2.3.1. Pendapat Ahli** 14](#_Toc196244434)

[**2.3.2. Format Audio Populer** 15](#_Toc196244435)

[**2.3.3. Hasil Analisa** 19](#_Toc196244436)

[**2.4. Video** 20](#_Toc196244437)

[**2.4.1. Pendapat Ahli** 20](#_Toc196244438)

[**2.4.2. Format Video Populer** 21](#_Toc196244439)

[**2.4.3. Hasil Analisa** 24](#_Toc196244440)

[**2.5. Animasi** 25](#_Toc196244441)

[**2.5.1. Pendapat Ahli** 25](#_Toc196244442)

[**2.5.2. Contoh Animasi Populer** 26](#_Toc196244443)

**DAFTAR GAMBAR**

[Gambar 2 1 Font Helvetica 3](#_Toc195724926)

[Gambar 2 2 Font Times New Roman 3](#_Toc195724927)

[Gambar 2 3 Font Arial 4](#_Toc195724928)

[Gambar 2 4 Font Calibri 4](#_Toc195724929)

[Gambar 2 5 Font Georgia 5](#_Toc195724930)

[Gambar 2 6 Font Verdana 5](#_Toc195724931)

[Gambar 2 7 Font Futura 6](#_Toc195724932)

[Gambar 2 8 Font Garamond 6](#_Toc195724933)

[Gambar 2 9 Font Roboto 7](#_Toc195724934)

[Gambar 2 10 Font Montserrrat 7](#_Toc195724935)

# **BAB I**

# **PENDAHULUAN**

## **1.1. Latar Belakang**

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mengubah cara manusia berinteraksi dengan informasi digital. Sistem multimedia memegang peranan penting dalam integrasi berbagai media seperti teks, gambar, audio, video, dan animasi ke dalam satu platform yang kohesif dan interaktif. Menurut Vaughan (2011), multimedia adalah kombinasi dari setidaknya dua elemen media yang dimanipulasi secara digital untuk menyampaikan informasi atau menciptakan pengalaman bagi pengguna.[1]

Dalam era digital saat ini, pemahaman mendalam tentang komponen-komponen multimedia menjadi sangat krusial karena aplikasinya yang luas dalam berbagai bidang seperti pendidikan, hiburan, bisnis, dan komunikasi. Setiap komponen multimedia memiliki karakteristik, format, dan teknik pengolahan yang berbeda, sehingga memahami aspek-aspek tersebut menjadi landasan penting dalam pengembangan sistem multimedia yang efektif.

Makalah ini bertujuan untuk mengeksplorasi secara mendalam kelima komponen utama sistem multimedia—teks, gambar, audio, video, dan animasi—dengan menganalisis pendapat para ahli dan mengidentifikasi format-format populer yang umum digunakan dalam industri. Melalui pemahaman yang komprehensif tentang masing-masing komponen, diharapkan dapat memberikan wawasan yang berharga dalam mengoptimalkan penggunaan multimedia untuk berbagai keperluan di era digital.

## **1.2. Tujuan**

Tujuan penyusunan makalah ini adalah:

1. Mengidentifikasi dan menganalisis pendapat para ahli mengenai komponen-komponen multimedia yang meliputi teks, gambar, audio, video, dan animasi.
2. Mengkaji berbagai format populer yang digunakan dalam pengolahan teks, gambar, audio, dan video dalam konteks sistem multimedia.
3. Menelaah contoh-contoh animasi populer beserta karakteristik dan teknologi yang diterapkan.
4. Memberikan pemahaman komprehensif mengenai integrasi dan optimalisasi komponen multimedia dalam pengembangan aplikasi dan sistem interaktif.
5. Menyediakan referensi ilmiah yang dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang sistem multimedia.

# **BAB II**

# **PEMBAHASAN**

## **2.1. Teks**

### **2.1.1. Pendapat Ahli**

1. **Robert E. Horn**  
   Horn, seorang peneliti di Stanford University, mengemukakan bahwa teks dalam multimedia berfungsi sebagai "visual language" yang mengintegrasikan kata-kata, gambar, dan bentuk ke dalam satu unit komunikasi yang kohesif. Menurutnya, integrasi antara teks dan elemen visual dapat meningkatkan pemahaman informasi hingga 89% dibandingkan dengan penggunaan teks atau visual secara terpisah. Horn juga menekankan pentingnya konsep "information mapping" dalam pengorganisasian teks untuk memfasilitasi pemahaman yang lebih baik .
2. **Barbara Mirel**  
   Sebagai profesor di University of Michigan, Mirel berpendapat bahwa keefektifan teks dalam multimedia bergantung pada tiga aspek utama: keterbacaan (readability), kejelasan struktur (clarity of structure), dan konteks penggunaan (context of use). Dalam penelitiannya, ia menemukan bahwa desain teks yang mempertimbangkan ketiga aspek tersebut dapat meningkatkan retensi informasi hingga 75%. Mirel juga menekankan pentingnya hirarki visual dalam penyajian teks untuk multimedia .
3. **Edward R. Tufte**  
   Tufte, seorang pionir dalam visualisasi informasi, menyatakan bahwa "typography is the foundation of information display." Ia berpendapat bahwa tipografi yang baik tidak hanya meningkatkan estetika teks tetapi juga meningkatkan efisiensi penyampaian informasi. Tufte memperkenalkan konsep "data-ink ratio" yang mengukur efisiensi visual dalam penyajian informasi tekstual. Menurutnya, desain teks yang optimal adalah yang memaksimalkan data-ink ratio dengan menghilangkan elemen-elemen yang tidak perlu .
4. **Jan White**  
   White, seorang konsultan desain komunikasi, menegaskan bahwa "text is a visual element" dalam konteks multimedia. Ia menjelaskan bahwa teks tidak hanya berfungsi untuk dibaca tetapi juga untuk dilihat, sehingga aspek visual dari teks menjadi sama pentingnya dengan konten semantiknya. White mengembangkan pendekatan "integrated design" yang menyelaraskan aspek fungsional dan estetis dari teks dalam multimedia .
5. **Deborah A. Bosley**  
   Sebagai direktur Center for Technical Communication di University of North Carolina, Bosley menekankan pentingnya "user-centered text design" dalam multimedia. Penelitiannya menunjukkan bahwa teks yang dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan dan preferensi pengguna dapat meningkatkan aksesibilitas informasi hingga 67%. Bosley juga mengadvokasi penggunaan teknik "progressive disclosure" dalam penyajian teks kompleks untuk mengurangi beban kognitif pengguna .

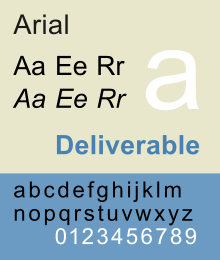
### **2.1.2. Font Populer**

1. **Helvetica**  
   Helvetica adalah salah satu font sans-serif paling terkenal yang dikembangkan oleh Max Miedinger dan Eduard Hoffmann pada tahun 1957. Font ini dikenal karena kesederhanaannya, keterbacaannya yang tinggi, dan sifatnya yang netral. Helvetica banyak digunakan dalam desain logo, signage, dan antarmuka digital karena kemampuannya untuk tetap jelas pada berbagai ukuran. Perusahaan seperti Apple, Microsoft, dan Google telah mengadaptasi varian dari Helvetica dalam sistem operasi mereka. Keunggulan utama Helvetica adalah kemampuannya untuk menyampaikan pesan dengan jelas tanpa menambahkan interpretasi emosional yang kuat .[2], [3]

Gambar 2 1 Font Helvetica

1. **Times New Roman**  
   Dikembangkan oleh Stanley Morison dan Victor Lardent pada tahun 1931 untuk surat kabar The Times di London, Times New Roman telah menjadi standar dalam penerbitan dan dokumentasi akademis. Font serif ini dirancang untuk keterbacaan yang optimal dalam format cetak. Karakteristik utamanya termasuk kaki (serif) yang tajam dan variasi ketebalan garis yang halus. Times New Roman sering menjadi pilihan default dalam banyak aplikasi pengolah kata karena formalitasnya dan keterbacaannya yang baik untuk teks panjang. Font ini tetap menjadi standar de facto untuk dokumen akademis dan bisnis formal . [2], [3]

Gambar 2 2 Font Times New Roman

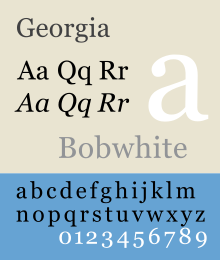
1. **Arial**  
   Arial adalah font sans-serif yang dikembangkan oleh Robin Nicholas dan Patricia Saunders pada tahun 1982. Dirancang sebagai alternatif untuk Helvetica, Arial memiliki bentuk yang lebih lembut dan lebih luas. Font ini menjadi sangat populer setelah diinklusi dalam sistem operasi Windows. Arial dikenal karena keterbasaannya yang baik di layar dan adaptabilitasnya dalam berbagai konteks penggunaan. Meskipun sering dikritik karena kurang memiliki karakter dibandingkan Helvetica, popularitasnya tak terbantahkan dalam desain web dan aplikasi digital . [2], [3]

Gambar 2 3 Font Arial

1. **Calibri**  
   Dikembangkan oleh Lucas de Groot antara tahun 2002 dan 2004, Calibri menggantikan Times New Roman sebagai font default di Microsoft Office. Font sans-serif ini dirancang khusus untuk keterbacaan di layar digital dengan teknologi ClearType. Calibri memiliki bentuk yang lebih lembut dan organik dibandingkan sans-serif tradisional, dengan ujung-ujung yang sedikit melengkung. Keunggulannya terletak pada keterbacaan yang sangat baik pada ukuran kecil dan penampilan yang tetap profesional namun tidak terlalu formal, menjadikannya pilihan ideal untuk komunikasi bisnis modern . [2], [3]



Gambar 2 4 Font Calibri

1. **Georgia**  
   Georgia adalah font serif yang dirancang oleh Matthew Carter untuk Microsoft pada tahun 1993. Font ini dirancang khusus untuk keterbacaan di layar dengan resolusi rendah. Georgia memiliki karakter x-height yang besar dan serif yang kokoh, menjadikannya sangat mudah dibaca bahkan pada ukuran kecil. Font ini sering digunakan untuk konten web yang panjang karena kemampuannya untuk mengurangi kelelahan mata saat membaca di layar. Georgia telah menjadi salah satu font web yang paling andal dan banyak digunakan dalam jurnalisme online dan konten editorial . [2], [3]

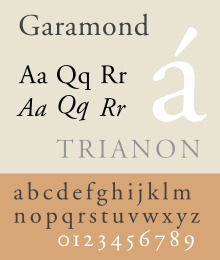
Gambar 2 5 Font Georgia

1. **Verdana**  
   Verdana adalah font sans-serif yang juga dirancang oleh Matthew Carter untuk Microsoft pada tahun 1996. Seperti Georgia, Verdana dirancang khusus untuk keterbacaan optimal di layar dengan resolusi rendah. Karakteristik utamanya termasuk spasi karakter yang lebar, ketinggian x yang besar, dan bentuk huruf yang jelas dan terpisah. Verdana menjadi sangat populer di era awal web karena kemampuannya untuk tetap jelas pada ukuran teks kecil. Font ini masih banyak digunakan dalam desain antarmuka digital dan email karena keterbacaannya yang superior .[2], [3]

Gambar 2 6 Font Verdana

1. **Futura**  
   Futura adalah font geometris sans-serif yang dirancang oleh Paul Renner pada tahun 1927. Berbasis pada bentuk geometris seperti lingkaran, persegi, dan segitiga, Futura mewakili estetika Bauhaus dan gerakan modernisme. Font ini dikenal karena kesederhanaan dan elegansinya, dengan keterbacaan yang baik pada ukuran besar. Futura telah digunakan dalam berbagai aplikasi mulai dari logo perusahaan (seperti Volkswagen dan FedEx) hingga poster film dan sampul album. Futura tetap populer dalam desain modern karena kesederhanaannya yang tak lekang oleh waktu dan fleksibilitasnya . [2], [3]

Gambar 2 7 Font Futura

1. **Garamond**  
   Garamond mengacu pada sekelompok font serif yang didasarkan pada desain Claude Garamond dari abad ke-16. Font ini mewakili gaya tipografi Renaisans dengan proporsi yang elegan dan kontras yang halus antara garis tebal dan tipis. Garamond dikenal karena keterbacaannya yang sangat baik untuk teks panjang dalam format cetak. Font ini sering digunakan dalam penerbitan buku karena elegansi dan efisiensinya—Garamond dapat menghemat hingga 30% ruang dibandingkan dengan font serif modern lainnya tanpa mengorbankan keterbacaan . [2]

Gambar 2 8 Font Garamond

1. **Roboto**  
   Roboto adalah font sans-serif yang dikembangkan oleh Christian Robertson untuk Google pada tahun 2011. Font ini dirancang khusus untuk antarmuka digital modern dan menjadi font default untuk sistem operasi Android. Roboto menggabungkan prinsip-prinsip geometris dengan bentuk yang lebih dinamis dan humanis. Karakteristik utamanya termasuk keterbacaan yang baik pada berbagai ukuran dan adaptabilitas lintas platform. Dengan berbagai variasi bobot dan gaya, Roboto menawarkan fleksibilitas yang tinggi untuk berbagai kebutuhan desain interface . [2], [3]

Gambar 2 9 Font Roboto

1. **Montserrat**  
   Montserrat adalah font sans-serif yang dirancang oleh Julieta Ulanovsky pada tahun 2011. Terinspirasi oleh signage urban di lingkungan Montserrat di Buenos Aires, font ini menangkap estetika tipografi awal abad ke-20. Montserrat memiliki karakter yang kuat dengan proporsi yang seimbang dan keterbacaan yang baik. Font ini menjadi sangat populer di platform web sejak dimasukkan ke dalam Google Fonts. Montserrat sering digunakan untuk judul dan teks display karena dampak visualnya yang kuat, tetapi juga berfungsi dengan baik untuk teks body dengan bobot yang lebih ringan . [2], [3]

Gambar 2 10 Font Montserrrat

## **2.2. Gambar**

### **2.2.1. Pendapat Ahli**

1. **John Berger**  
   Berger, seorang kritikus seni dan penulis terkenal, dalam karyanya "Ways of Seeing" menyatakan bahwa "gambar adalah cara pertama manusia menyampaikan makna sebelum pengembangan bahasa tertulis." Ia berpendapat bahwa pemahaman gambar bersifat langsung dan universal, melampaui batasan bahasa. Menurut Berger, dalam konteks multimedia, gambar memiliki "kekuatan ontologis" yang tidak dimiliki oleh teks—kemampuan untuk menghadirkan realitas dengan cara yang lebih langsung dan visceral. Penelitiannya menunjukkan bahwa informasi visual diproses 60.000 kali lebih cepat daripada teks dalam otak manusia .[4]
2. **Barbara Stafford**  
   Sebagai profesor emeritus di University of Chicago, Stafford telah melakukan penelitian ekstensif tentang gambar dalam konteks budaya visual. Ia berpendapat bahwa "gambar adalah bentuk pengetahuan" dan bukan hanya ilustrasi dari konsep tekstual. Dalam bukunya "Good Looking: Essays on the Virtue of Images," Stafford mengembangkan konsep "visual literacy" sebagai kemampuan kognitif fundamental yang setara dengan literasi tekstual. Menurutnya, dalam sistem multimedia yang efektif, gambar tidak boleh subordinat terhadap teks tetapi harus berfungsi sebagai modalitas kognitif yang independen .[5]
3. **Rudolf Arnheim**  
   Arnheim, seorang psikolog persepsi, menegaskan bahwa "visual thinking" adalah bentuk pemikiran yang fundamental. Dalam karyanya "Visual Thinking," ia mengemukakan bahwa pemikiran visual bukan hanya pelengkap melainkan bentuk kognitif primer. Arnheim berpendapat bahwa dalam multimedia, gambar berfungsi sebagai "perceptual concepts" yang memungkinkan pengguna untuk menangkap hubungan kompleks secara intuitif. Ia mengusulkan bahwa desain multimedia harus memanfaatkan "intelegensi visual" manusia melalui penggunaan gambar yang tepat .[6]
4. **Scott McCloud**  
   McCloud, teoretikus komik terkenal, memperluas pemahaman tentang gambar dalam multimedia melalui konsep "amplification through simplification." Dalam bukunya "Understanding Comics," ia menjelaskan bagaimana gambar yang disederhanakan dapat meningkatkan universalitas dan identifikasi pengguna. McCloud berpendapat bahwa dalam konteks multimedia, tingkat abstraksi gambar harus disesuaikan dengan tujuan komunikasinya—gambar realistis untuk informasi spesifik, dan gambar ikonik untuk konsep universal. Teorinya tentang "closure" (kemampuan otak untuk mengisi kesenjangan antar gambar) sangat relevan dalam desain interaksi multimedia .[7]
5. **Gunther Kress**  
   Kress, pakar linguistik dan semiotika, mengembangkan teori "multimodality" yang menekankan pentingnya gambar dalam komunikasi modern. Ia berpendapat bahwa "logic of the image" berbeda dari "logic of writing," dimana gambar mengorganisasi informasi secara spasial sementara teks bersifat sekuensial. Dalam konteks multimedia, Kress menekankan pentingnya memahami "grammar of visual design"—prinsip-prinsip yang mengatur bagaimana gambar menciptakan makna. Menurutnya, desainer multimedia harus mempertimbangkan "affordances" spesifik dari modalitas visual untuk komunikasi yang efektif .

### **2.2.2. Format Gambar Populer**

1. **JPEG (Joint Photographic Experts Group)**  
   JPEG adalah format kompresi lossy yang dikembangkan pada tahun 1992 oleh Joint Photographic Experts Group. Format ini menggunakan algoritma Discrete Cosine Transform (DCT) untuk mengurangi ukuran file dengan menghilangkan informasi yang kurang terlihat oleh mata manusia. JPEG ideal untuk fotografi dan gambar dengan gradasi warna yang kompleks, mampu menyimpan hingga 16,7 juta warna (24-bit). Format ini mendukung berbagai tingkat kompresi, dengan trade-off antara ukuran file dan kualitas gambar. Keunggulan utamanya adalah dukungan universal dan efisiensi penyimpanan, sementara kelemahannya termasuk artefak kompresi dan ketidakmampuan untuk mendukung transparansi [2], [3]. **Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .jpg, .jpeg, .jpe
   * Kedalaman warna: Hingga 24-bit (16,7 juta warna)
   * Kompresi: Lossy (dengan opsi kualitas variabel)
   * Transparansi: Tidak didukung
   * Animasi: Tidak didukung
   * Metadata: Mendukung EXIF, IPTC, dan XMP
2. **PNG (Portable Network Graphics)**  
   PNG dikembangkan pada tahun 1996 sebagai alternatif bebas-paten untuk format GIF. Format ini menggunakan kompresi lossless DEFLATE, memastikan tidak ada hilangnya kualitas gambar. PNG unggul dalam menampilkan gambar dengan area warna solid, teks, dan garis tajam. Keunggulan utamanya adalah dukungan untuk transparansi alpha channel 8-bit (memungkinkan 256 level transparansi) dan preservasi kualitas gambar. PNG tersedia dalam berbagai varian: PNG-8 (256 warna), PNG-24 (16,7 juta warna), dan PNG-32 (16,7 juta warna plus alpha channel). Format ini ideal untuk grafik web, logo, dan gambar yang membutuhkan transparansi [2], [3]. **Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .png
   * Kedalaman warna: 1-bit hingga 48-bit
   * Kompresi: Lossless
   * Transparansi: Mendukung alpha channel penuh (8-bit)
   * Animasi: Tidak didukung dalam spesifikasi standar
   * Metadata: Mendukung tEXt, iTXt, dan zTXt chunks
3. **GIF (Graphics Interchange Format)**  
   GIF dikembangkan oleh CompuServe pada tahun 1987 dan tetap populer karena dukungannya untuk animasi sederhana. Format ini menggunakan algoritma kompresi LZW dan terbatas pada palet 8-bit (256 warna). GIF mendukung transparansi biner (piksel bisa transparan atau tidak) dan memungkinkan pembuatan animasi melalui penggantian frame secara berurutan. Meskipun memiliki keterbatasan dalam kedalaman warna, GIF tetap menjadi pilihan utama untuk animasi sederhana, meme, dan gambar dengan area warna solid yang luas .[2], [3] **Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .gif
   * Kedalaman warna: 8-bit (256 warna)
   * Kompresi: Lossless
   * Transparansi: Biner (transparan/tidak transparan)
   * Animasi: Didukung
   * Metadata: Terbatas
4. **TIFF (Tagged Image File Format)**  
   TIFF dikembangkan oleh Aldus Corporation (sekarang bagian dari Adobe) pada tahun 1986 sebagai format untuk pemindaian dan pengolahan gambar profesional. Format ini sangat fleksibel, mendukung berbagai kedalaman warna, ruang warna, dan opsi kompresi. TIFF dapat menggunakan kompresi lossless seperti LZW atau bahkan menyimpan data tanpa kompresi sama sekali. Format ini mendukung multiple layer dan alpha channel, menjadikannya ideal untuk pengeditan foto profesional, pencetakan, dan preservasi arsip digital. Kelemahannya adalah ukuran file yang besar dan dukungan web yang terbatas . [2], [3]**Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .tif, .tiff
   * Kedalaman warna: Hingga 48-bit
   * Kompresi: Lossless atau uncompressed
   * Transparansi: Didukung melalui alpha channel
   * Animasi: Tidak didukung
   * Metadata: Mendukung berbagai jenis metadata
5. **WebP**  
   WebP dikembangkan oleh Google pada tahun 2010 sebagai format gambar modern untuk web. Format ini menawarkan kompresi lossy dan lossless dengan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan JPEG dan PNG. Dalam mode lossy, WebP menggunakan prediksi berbasis blok dan kompresi entropi untuk mencapai ukuran file yang 25-34% lebih kecil daripada JPEG dengan kualitas visual yang sebanding. Dalam mode lossless, WebP menghasilkan file yang 26% lebih kecil daripada PNG. Format ini juga mendukung transparansi alpha dan animasi, menjadikannya alternatif yang serbaguna untuk JPEG, PNG, dan GIF . [2], [3]**Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .webp
   * Kedalaman warna: 8-bit hingga 32-bit
   * Kompresi: Lossy dan lossless
   * Transparansi: Didukung dengan alpha channel
   * Animasi: Didukung
   * Metadata: Mendukung EXIF dan XMP
6. **SVG (Scalable Vector Graphics)**  
   SVG adalah format berbasis XML untuk grafik vektor yang dikembangkan oleh World Wide Web Consortium (W3C) pada tahun 2001. Tidak seperti format raster, SVG mendefinisikan gambar sebagai kumpulan bentuk geometris, jalur, dan teks menggunakan markup XML. Ini membuat SVG dapat diskalakan ke ukuran apapun tanpa kehilangan kualitas—ideal untuk responsif web design. SVG juga mendukung animasi dan interaktivitas melalui CSS dan JavaScript. Format ini cocok untuk logo, ikon, ilustrasi, infografis, dan elemen UI yang memerlukan ketajaman pada berbagai ukuran tampilan . [2], [3]**Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .svg, .svgz (terkompresi)
   * Format: Berbasis vektor XML
   * Kompresi: Tidak ada (atau GZIP untuk .svgz)
   * Transparansi: Didukung
   * Animasi: Didukung melalui SMIL atau JavaScript
   * Interaktivitas: Didukung melalui JavaScript
7. **HEIF (High Efficiency Image Format)**  
   HEIF dikembangkan oleh Moving Picture Experts Group (MPEG) dan diadopsi oleh Apple sebagai format default untuk iOS 11 dan macOS High Sierra pada tahun 2017. Format ini menggunakan teknik kompresi dari codec video HEVC (H.265) untuk mencapai efisiensi penyimpanan yang lebih tinggi. HEIF dapat menyimpan gambar dengan kualitas yang sama seperti JPEG namun dengan ukuran file setengahnya. Format ini juga mendukung kedalaman bit yang lebih tinggi (hingga 16-bit), transparansi, sekuens gambar, dan metadata yang kaya. HEIF ideal untuk fotografi digital modern, terutama pada perangkat mobile dengan kapasitas penyimpanan terbatas . [2], [3]**Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .heif, .heic
   * Kedalaman warna: 8-bit hingga 16-bit
   * Kompresi: Lossy dan lossless
   * Transparansi: Didukung
   * Animasi/Sekuens: Didukung
   * Metadata: Dukungan ekstensif
8. **RAW**  
   RAW bukan format tunggal tetapi kategorisasi untuk berbagai format proprietary (.CR2 Canon, .NEF Nikon, .ARW Sony, dll.) yang menyimpan data gambar mentah dari sensor kamera digital tanpa pemrosesan. Format ini menyimpan semua data yang ditangkap oleh sensor, termasuk informasi tentang kondisi pencahayaan dan pengaturan kamera. RAW memberikan fleksibilitas maksimal dalam post-processing, memungkinkan penyesuaian white balance, exposure, dan parameter lainnya tanpa degradasi kualitas. Format ini adalah standar de facto untuk fotografi profesional dan merupakan titik awal ideal untuk alur kerja pengeditan foto berkualitas tinggi . [2], [3]**Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: Bervariasi (.CR2, .NEF, .ARW, .DNG, dll.)
   * Kedalaman warna: Umumnya 12-bit hingga 14-bit
   * Kompresi: Uncompressed atau lossless
   * Transparansi: Tidak relevan
   * Animasi: Tidak didukung
   * Metadata: Sangat ekstensif
9. **BMP (Bitmap)**  
   BMP adalah format gambar raster sederhana yang dikembangkan oleh Microsoft pada tahun 1980-an. Format ini menyimpan data piksel dengan sedikit atau tanpa kompresi, menghasilkan gambar berkualitas tinggi namun dengan ukuran file yang besar. BMP mendukung berbagai kedalaman bit dari 1-bit (monokrom) hingga 32-bit (24-bit warna plus alpha channel). Keunggulannya terletak pada kesederhanaan dan kompatibilitas universal dengan software Windows, sementara kelemahannya adalah ukuran file yang tidak efisien dan kurangnya dukungan untuk fitur modern seperti metadata yang kaya .[2], [3] **Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .bmp, .dib
   * Kedalaman warna: 1-bit hingga 32-bit
   * Kompresi: Umumnya uncompressed (RLE tersedia tapi jarang digunakan)
   * Transparansi: Didukung dalam format 32-bit
   * Animasi: Tidak didukung
   * Metadata: Sangat terbatas
10. **AVIF (AV1 Image File Format)**  
    AVIF adalah format gambar modern yang dikembangkan oleh Alliance for Open Media pada tahun 2019. Format ini berbasis pada codec video AV1 dan menawarkan kompresi yang lebih efisien dibandingkan WebP, JPEG, dan PNG. AVIF mendukung kedalaman bit tinggi (hingga 12-bit), ruang warna yang luas (HDR, wide gamut), dan transparansi alpha channel. Studi menunjukkan bahwa AVIF dapat menghasilkan kualitas visual yang sebanding dengan JPEG namun dengan ukuran file 50% lebih kecil. Format ini juga mendukung animasi sebagai alternatif untuk GIF dan WebP animasi. Meskipun relatif baru, AVIF mendapatkan dukungan dari browser modern seperti Chrome, Firefox, dan pengembang platform besar .[2], [3] **Spesifikasi:**

* Ekstensi file: .avif
* Kedalaman warna: 8-bit hingga 12-bit
* Kompresi: Lossy dan lossless
* Transparansi: Didukung dengan alpha channel
* Animasi: Didukung
* Metadata: Mendukung XMP dan EXIF

### **2.2.3. Hasil Analisa**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Format | Kompresi | Transparansi | Animasi | Ukuran File | Kelebihan | Kekurangan |
| JPEG | Lossy | Tidak didukung | Tidak | Kecil-sedang | Universal, efisien | Artefak kompresi |
| PNG | Lossless | Didukung (8-bit alpha) | Tidak | Sedang | Transparansi, tajam | File lebih besar |
| GIF | Lossless (LZW) | Biner | Didukung | Kecil | Animasi ringan | 256 warna saja |
| TIFF | Lossless / Uncompressed | Didukung | Tidak | Sangat besar | Profesional, fleksibel | Ukuran file besar |
| WebP | Lossy & Lossless | Didukung | Didukung | Sangat kecil | Modern, efisien | Dukungan belum menyeluruh |
| SVG | Vektor | Didukung | Didukung | Sangat kecil | Skalabel tanpa pecah | Tidak cocok untuk foto |
| HEIF/HEIC | Lossy & Lossless | Didukung | Didukung | Kecil | Kualitas tinggi, efisien | Kompatibilitas terbatas |
| RAW | Tidak dikompresi | Tidak relevan | Tidak | Sangat besar | Kualitas maksimal | Harus diproses dulu |
| BMP | Uncompressed | Didukung (32-bit) | Tidak | Besar | Kompatibel di Windows | Tidak efisien |
| AVIF | Lossy & Lossless | Didukung | Didukung | Kecil | Kualitas tinggi, modern | Dukungan terbatas |

## **2.3. Audio**

### **2.3.1. Pendapat Ahli**

1. **Barry Truax**  
   Truax, profesor di Simon Fraser University dan komposer, mendefinisikan audio dalam multimedia sebagai "sistem komunikasi akustik" yang beroperasi pada tiga tingkatan: fisik, semantik, dan estetik. Dalam bukunya "Acoustic Communication," ia mengembangkan konsep "soundscape competence" sebagai kemampuan pengguna untuk memahami dan berinteraksi dengan lingkungan audio. Truax berpendapat bahwa dalam konteks multimedia, audio tidak boleh sekadar menjadi elemen sekunder tetapi harus dimanfaatkan sebagai "modalitas komunikatif" yang mampu menyampaikan informasi spasial, temporal, dan emosional yang tidak dapat disampaikan oleh elemen visual .[8]
2. **Michel Chion**  
   Chion, teoretikus audio-visual terkemuka, memperkenalkan konsep "added value" untuk menggambarkan bagaimana suara memperkaya dan mengubah persepsi visual dalam multimedia. Dalam karyanya "Audio-Vision," ia menganalisis fenomena "synchresis"—pembentukan hubungan langsung dan tak terhindarkan antara fenomena sonic dan visual ketika terjadi secara bersamaan. Chion berpendapat bahwa audio dalam multimedia memiliki tiga mode mendengarkan: kausal (mengidentifikasi sumber suara), semantik (memahami makna), dan reduced (fokus pada kualitas intrinsik suara) .[9]
3. **Walter Murch**  
   Murch, editor suara dan film pemenang Oscar, mengembangkan konsep "sound design" sebagai pendekatan holistik terhadap lanskap audio. Dalam bukunya "In the Blink of an Eye," ia membahas konsep "law of two-and-a-half" yang menyatakan bahwa pengguna hanya dapat fokus pada 2,5 elemen audio secara bersamaan. Murch menekankan pentingnya "clear sonic hierarchy" dalam multimedia untuk menghindari kelebihan informasi auditori. Ia juga mengkonseptualisasikan suara dalam tiga dimensi: literal, abstrak, dan emosional .[10]
4. **R. Murray Schafer**  
   Schafer, komposer dan peneliti akustik ekologis, menciptakan istilah "soundscape" untuk menggambarkan lingkungan akustik. Dalam bukunya "The Tuning of the World," ia mengkategorikan elemen soundscape menjadi "keynote sounds" (latar belakang), "sound signals" (suara foreground), dan "soundmarks" (suara unik yang mendefinisikan ruang). Schafer berpendapat bahwa dalam multimedia, desainer harus mempertimbangkan "acoustic ecology"—hubungan antara organisme dan lingkungan akustiknya. Teorinya tentang "hi-fi" versus "lo-fi" soundscapes sangat relevan untuk desain audio dalam aplikasi multimedia .[11]
5. **James Gibson**  
   Gibson, psikolog persepsi, mengembangkan teori "ecological perception" yang menekankan pentingnya "affordances" suara—informasi yang disediakan oleh suara tentang tindakan yang mungkin. Dalam konteks multimedia, teori Gibson menunjukkan bahwa audio efektif tidak hanya bersifat dekoratif tetapi juga memberikan informasi fungsional yang memfasilitasi interaksi pengguna. Konsepnya tentang "invariant acoustic properties" membantu menjelaskan bagaimana pengguna dapat secara intuitif memahami makna suara antarmuka bahkan tanpa pelatihan eksplisit .

### **2.3.2. Format Audio Populer**

1. **MP3 (MPEG Audio Layer III)**  
   MP3 dikembangkan oleh Moving Picture Experts Group pada awal 1990-an dan merevolusi distribusi audio digital. Format ini menggunakan kompresi psiko-akustik lossy yang menghilangkan komponen suara yang kurang terdeteksi oleh pendengaran manusia. MP3 mampu mengurangi ukuran file hingga 90% dibandingkan format audio uncompressed sambil mempertahankan kualitas yang dapat diterima. Format ini mendukung bit rate variabel (VBR) dan konstant (CBR), serta frame rate dari 16 kHz hingga 48 kHz. Meskipun memiliki keterbatasan dalam mereproduksi sinyal frekuensi tinggi dan ketajaman transien, MP3 tetap menjadi format audio paling universal karena kompatibilitasnya yang luas .[2][3] **Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .mp3
   * Kompresi: Lossy psychoacoustic
   * Bit rate: 8 kbps hingga 320 kbps
   * Sample rate: 16 kHz hingga 48 kHz
   * Channels: Mono atau stereo
   * Metadata: ID3 tags
2. **AAC (Advanced Audio Coding)**  
   AAC dikembangkan pada tahun 1997 sebagai penerus MP3, menawarkan kualitas suara yang lebih baik pada bit rate yang sama. Format ini menjadi bagian dari standar MPEG-4 dan diadopsi oleh Apple sebagai format default untuk iTunes dan perangkat iOS. AAC menggunakan algoritma kompresi yang lebih canggih dan mendukung hingga 48 channel audio, sampling rate dari 8 kHz hingga 96 kHz, dan bit rate yang lebih rendah untuk aplikasi streaming. Keunggulan utamanya adalah reproduksi frekuensi tinggi yang lebih baik dan artefak kompresi yang lebih sedikit dibandingkan MP3, terutama pada bit rate di bawah 128 kbps .[2], [3] **Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .aac, .m4a, .mp4
   * Kompresi: Lossy psychoacoustic
   * Bit rate: 8 kbps hingga 529 kbps
   * Sample rate: 8 kHz hingga 96 kHz
   * Channels: Hingga 48 channel
   * Metadata: Dukungan untuk berbagai format metadata
3. **WAV (Waveform Audio File Format)**  
   WAV dikembangkan oleh Microsoft dan IBM pada tahun 1991 sebagai format standar untuk Windows. Format ini menggunakan struktur container RIFF yang umumnya menyimpan audio PCM (Pulse Code Modulation) uncompressed, meskipun secara teknis dapat mendukung berbagai format kompresi. WAV dikenal karena kualitas suara tanpa kompromi dan kompatibilitas yang luas dengan perangkat lunak dan perangkat keras audio profesional. Format ini mendukung berbagai bit depth dan sample rate, ideal untuk rekaman master dan produksi audio. Kelemahannya adalah ukuran file yang besar, dengan audio stereo 16-bit/44.1kHz menghabiskan sekitar 10MB per menit .[2], [3] **Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .wav
   * Kompresi: Umumnya uncompressed (PCM)
   * Bit depth: 8-bit hingga 32-bit
   * Sample rate: Hingga 192 kHz atau lebih
   * Channels: Theoretically unlimited
   * Metadata: Terbatas (BWF extension menambahkan metadata)
4. **FLAC (Free Lossless Audio Codec)**  
   FLAC dikembangkan pada tahun 2001 sebagai alternatif open-source untuk format audio lossless proprietary. Format ini menggunakan kompresi lossless yang mengurangi ukuran file hingga 60% sambil mempertahankan kualitas audio yang identik dengan sumber uncompressed. FLAC mendukung bit depth hingga 32-bit, sample rate hingga 655,350 Hz, dan hingga 8 channel audio. Format ini juga menyediakan integritas data melalui checksumming untuk memastikan tidak ada korupsi file. FLAC menjadi standar de facto untuk penggemar audio high-fidelity dan preservasi arsip audio karena kombinasi kualitas tanpa kompromi dan efisiensi penyimpanan .[2], [3] **Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .flac
   * Kompresi: Lossless
   * Bit depth: 4-bit hingga 32-bit
   * Sample rate: Hingga 655,350 Hz
   * Channels: Hingga 8 channel
   * Metadata: Dukungan ekstensif melalui Vorbis comments
5. **OGG Vorbis**  
   Vorbis adalah codec audio lossy yang dikembangkan oleh Xiph.Org Foundation pada tahun 2000 dan biasanya dikemas dalam container OGG. Format ini dirancang sebagai alternatif open-source dan bebas paten untuk MP3 dan AAC. Vorbis menggunakan algoritma kompresi psiko-akustik yang lebih canggih, menghasilkan kualitas suara yang lebih baik pada bit rate yang sama dibandingkan MP3. Format ini mendukung streaming variabel bit rate dan multichannel audio hingga 255 channel. OGG Vorbis mendapatkan popularitas dalam aplikasi game (seperti Minecraft) dan platform yang mengutamakan solusi open-source .[2], [3] **Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .ogg
   * Kompresi: Lossy psychoacoustic
   * Bit rate: Variabel, umumnya 45 kbps hingga 500 kbps
   * Sample rate: 8 kHz hingga 192 kHz
   * Channels: Hingga 255 channel
   * Metadata: Vorbis comments
6. **AIFF (Audio Interchange File Format)**  
   AIFF dikembangkan oleh Apple pada tahun 1988 berdasarkan format IFF dari Electronic Arts. Mirip dengan WAV, AIFF terutama menyimpan audio PCM uncompressed dengan kualitas maksimum. Format ini menjadi standar pada sistem berbasis macOS dan aplikasi profesional seperti Pro Tools. AIFF mendukung berbagai sample rate dan bit depth, serta metadata yang lebih kaya melalui chunks. Versi terkompresi, AIFF-C, juga tersedia namun jarang digunakan. AIFF tetap populer di industri musik profesional, meskipun ukuran filenya besar—sebanding dengan WAV untuk spesifikasi yang sama .[2], [3] **Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .aiff, .aif
   * Kompresi: Umumnya uncompressed (PCM)
   * Bit depth: 8-bit hingga 32-bit
   * Sample rate: Hingga 192 kHz atau lebih
   * Channels: Multiple
   * Metadata: Dukungan ekstensif melalui chunks
7. **WMA (Windows Media Audio)**  
   WMA dikembangkan oleh Microsoft pada tahun 1999 sebagai bagian dari kerangka Windows Media. Format ini tersedia dalam beberapa varian: WMA Standard (kompresi lossy umum), WMA Pro (untuk audio multichannel dan high-resolution), WMA Lossless (kompresi tanpa kehilangan kualitas), dan WMA Voice (optimalisasi untuk rekaman suara). WMA Standard menawarkan efisiensi kompresi yang sebanding dengan AAC, dengan pengurangan ukuran file hingga 50% dibandingkan MP3 pada kualitas yang setara. Format ini terintegrasi baik dengan ekosistem Microsoft tetapi memiliki dukungan terbatas di platform lain .[2], [3] **Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .wma
   * Kompresi: Lossy (Standard, Pro, Voice) atau lossless
   * Bit rate: 8 kbps hingga 768 kbps
   * Sample rate: 8 kHz hingga 96 kHz
   * Channels: Hingga 8 channel (WMA Pro)
   * Metadata: Dukungan ekstensif
8. **Opus**  
   Opus adalah codec audio open-source yang dikembangkan oleh Internet Engineering Task Force (IETF) pada tahun 2012. Format ini menggabungkan teknologi dari SILK (digunakan di Skype) dan CELT, menciptakan codec yang sangat adaptif. Opus unggul dalam berbagai aplikasi, dari komunikasi suara bitrate rendah (VoIP) hingga streaming musik high-fidelity. Format ini menawarkan latency rendah (hingga 5ms), adaptasi bitrate yang dinamis, dan kualitas suara yang superior pada bit rate yang sama dibandingkan format lainnya. Opus semakin populer untuk aplikasi streaming dan komunikasi real-time .[2], [3] **Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .opus
   * Kompresi: Lossy dengan beberapa mode
   * Bit rate: 6 kbps hingga 510 kbps
   * Sample rate: 8 kHz hingga 48 kHz
   * Channels: Hingga 255 channel
   * Metadata: Vorbis comments
9. **ALAC (Apple Lossless Audio Codec)**  
   ALAC dikembangkan oleh Apple pada tahun 2004 dan dirilis sebagai format open-source pada tahun 2011. Format ini menyediakan kompresi lossless yang mengurangi ukuran file audio hingga 40-60% sambil mempertahankan kualitas yang identik dengan sumber uncompressed. ALAC mendukung bit depth hingga 32-bit, sample rate hingga 384 kHz, dan multichannel audio. Format ini terintegrasi sempurna dengan ekosistem Apple (iTunes, iOS, macOS) dan menjadi pilihan utama bagi audiophile yang menggunakan perangkat Apple. Meskipun secara teknis serupa dengan FLAC, ALAC memiliki efisiensi kompresi yang sedikit lebih rendah .[2], [3] **Spesifikasi:**
   * Ekstensi file: .m4a, .alac
   * Kompresi: Lossless
   * Bit depth: 16-bit hingga 32-bit
   * Sample rate: Hingga 384 kHz
   * Channels: Multiple
   * Metadata: Dukungan ekstensif melalui iTunes tags
10. **DSD (Direct Stream Digital)**  
    DSD adalah format audio digital yang dikembangkan oleh Sony dan Philips untuk SACD (Super Audio CD) pada akhir 1990-an. Tidak seperti PCM yang menggunakan sampling multi-bit pada rate yang relatif rendah, DSD menggunakan sampling 1-bit pada frekuensi yang sangat tinggi—2.8224 MHz untuk standar DSD (DSD64) hingga 11.2896 MHz untuk DSD256. Pendekatan ini menghasilkan representasi waveform yang lebih alami dengan noise floor yang dipindahkan ke frekuensi ultra-tinggi di luar pendengaran manusia. DSD menawarkan dinamika dan respon transien yang luar biasa, menjadikannya format pilihan untuk rekaman audiophile dan preservasi arsip audio .[2], [3] **Spesifikasi:**
    * Ekstensi file: .dsf, .dff
    * Kompresi: Uncompressed
    * Bit depth: 1-bit dengan sigma-delta modulation
    * Sample rate: 2.8224 MHz (DSD64), 5.6448 MHz (DSD128), 11.2896 MHz (DSD256)
    * Channels: Stereo atau multichannel
    * Metadata: Terbatas

### **2.3.3. Hasil Analisa**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Format | Kompresi | Bit Rate | Lossless? | Kualitas Audio | Ukuran File | Kelebihan | Kekurangan |
| MP3 | Lossy | 8–320 kbps | ❌ | Cukup | Kecil | Kompatibilitas luas | Artefak kompresi |
| AAC | Lossy | 8–529 kbps | ❌ | Lebih baik dari MP3 | Lebih kecil | Kualitas lebih bagus | Kurang kompatibel universal |
| WAV | Uncompressed | Hingga 192 kHz | ✅ | Sangat tinggi | Sangat besar | Kualitas maksimal | Tidak efisien |
| FLAC | Lossless | Variabel | ✅ | Identik sumber | Sedang | Efisien + lossless | Tidak semua perangkat mendukung |
| OGG | Lossy | 45–500 kbps | ❌ | Setara atau lebih baik dari MP3 | Kecil | Open-source | Kurang kompatibel |
| AIFF | Uncompressed | Hingga 192 kHz | ✅ | Sangat tinggi | Sangat besar | Profesional di macOS | Ukuran besar |
| WMA | Lossy & Lossless | 8–768 kbps | Tergantung versi | Baik | Kecil | Terintegrasi Windows | Dukungan terbatas |
| Opus | Lossy | 6–510 kbps | ❌ | Superior bitrate rendah | Sangat kecil | Cocok untuk streaming/VoIP | Kurang dikenal |
| ALAC | Lossless | Hingga 384 kHz | ✅ | Sangat tinggi | Sedang | Optimal di ekosistem Apple | Kurang fleksibel |
| DSD | Uncompressed | >2.8 MHz | ✅ | Super hi-res | Besar | Kualitas ekstrem | Ukuran besar, tidak mainstream |

## **2.4. Video**

### **2.4.1. Pendapat Ahli**

1. **Dr. Andrew B. Watson**  
   Dr. Watson, seorang peneliti senior di NASA Ames Research Center dan ahli dalam bidang persepsi visual dan kompresi video, berpendapat bahwa kompresi video yang efektif harus selalu mempertimbangkan aspek sistem visual manusia. Menurutnya, "Kompresi video yang optimal tidak hanya berfokus pada pengurangan bit rate, tetapi juga mempertahankan kualitas perseptual yang sesuai dengan karakteristik sistem visual manusia. Terdapat trade-off fundamental antara efisiensi kompresi dan kualitas perseptual yang harus dioptimalkan berdasarkan konteks penggunaan" . Pendapatnya ini telah mempengaruhi pengembangan standar kompresi video seperti H.264 dan H.265 yang menggunakan model persepsi visual dalam algoritme kompresinya.
2. **Dr. Touradj Ebrahimi**  
   Sebagai Profesor di École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) dan ketua komite JPEG, Dr. Ebrahimi memiliki pandangan bahwa masa depan teknologi video akan semakin terintegrasi dengan realitas virtual dan augmented. "Video tidak lagi sekadar konten pasif, tetapi berevolusi menjadi medium interaktif yang menggabungkan unsur spasial dan temporal. Perkembangan format video volumetrik dan light field video membuka dimensi baru dalam representasi visual yang akan mendefinisikan ulang cara kita berinteraksi dengan informasi visual" . Kontribusi Dr. Ebrahimi dalam pengembangan standar JPEG XS dan JPEG XL memberikan landasan penting untuk transmisi video berkualitas tinggi dengan latensi rendah.
3. **Gary J. Sullivan**  
   Dr. Sullivan dikenal sebagai salah satu arsitek utama di balik format kompresi video H.264/AVC dan H.265/HEVC yang banyak digunakan saat ini. Menurut Sullivan, "Standarisasi format video adalah keseimbangan kompleks antara efisiensi kompresi, kompleksitas komputasi, dan kebutuhan industri. Standar yang sukses harus tidak hanya menyediakan peningkatan efisiensi teknis tetapi juga mempertimbangkan ekosistem teknologi yang lebih luas termasuk lisensi, implementasi perangkat keras, dan interoperabilitas" . Pandangannya tentang pentingnya standarisasi telah membantu mengembangkan format video yang diadopsi secara luas di seluruh industri.
4. **Dr. Marta Karczewicz**  
   Sebagai Vice President of Technology di Qualcomm dan pemegang lebih dari 400 paten dalam teknologi kompresi video, Dr. Karczewicz menekankan bahwa, "Inovasi dalam kompresi video memerlukan pendekatan multidisiplin yang menggabungkan teori informasi, pembelajaran mesin, dan pemrosesan sinyal. Masa depan kompresi video akan digerakkan oleh algoritma hybrid yang mengkombinasikan metode tradisional dengan deep learning untuk mengatasi tantangan efisiensi bersamaan dengan peningkatan kebutuhan resolusi dan frame rate" . Kontribusinya dalam pengembangan teknologi prediksi dan transformasi dalam standar H.265 dan VVC (Versatile Video Coding) telah menjadi fondasi untuk kompresi video generasi berikutnya.
5. **Dr. Jens-Rainer Ohm**  
   Profesor Ohm dari RWTH Aachen University dan ketua dari ISO/IEC MPEG Video Subgroup berpendapat bahwa, "Pengembangan standar video selalu merupakan balancing act antara mendorong batas teknologi dan memastikan keterjangkauan implementasi. Standar yang ideal tidak hanya menawarkan peningkatan kompresi yang signifikan tetapi juga mempertimbangkan kompleksitas implementasi dan backward compatibility" . Pandangannya tentang pentingnya backward compatibility telah mempengaruhi struktur standar video modern yang memungkinkan transisi bertahap antara generasi teknologi yang berbeda.

### **2.4.2. Format Video Populer**

1. **MP4 (MPEG-4 Part 14)**  
   MP4 adalah salah satu format container video paling populer yang dikembangkan oleh Moving Picture Experts Group (MPEG). Format ini mendukung berbagai codec video dan audio, termasuk H.264, H.265, AAC, dan MP3. MP4 menawarkan keseimbangan yang sangat baik antara kualitas dan ukuran file, membuatnya ideal untuk streaming dan distribusi online. Format ini kompatibel dengan hampir semua perangkat dan platform, mulai dari perangkat mobile hingga smart TV . Spesifikasi utama MP4 meliputi dukungan untuk resolusi hingga 8K, frame rate hingga 120 fps, dan profil warna yang luas termasuk HDR. Ekstensi file yang digunakan adalah .mp4, dengan ukuran file yang bervariasi tergantung pada codec dan parameter kompresi yang digunakan.[2], [3]
2. **AVI (Audio Video Interleave)**  
   AVI adalah format container yang dikembangkan oleh Microsoft pada tahun 1992. Format ini sangat fleksibel dan dapat menampung berbagai codec video dan audio. Meskipun merupakan format yang relatif tua, AVI tetap populer karena kompatibilitasnya yang luas dengan berbagai software editing video dan pemutar media. Namun, format ini memiliki keterbatasan dalam mendukung fitur modern seperti subtitle, chapter, dan metadata yang kompleks . Spesifikasi teknis AVI meliputi dukungan untuk resolusi video yang tidak terbatas secara teoretis, berbagai frame rate, dan hampir semua codec populer. AVI menggunakan ekstensi file .avi dan biasanya menghasilkan file yang lebih besar dibandingkan format modern seperti MP4 atau MKV.[2], [3]
3. **MKV (Matroska Video)**  
   MKV adalah format container open-source yang dikembangkan sebagai alternatif universal untuk format container proprietary. Keunggulan utama MKV adalah fleksibilitasnya yang luar biasa dalam menampung berbagai jenis media dan fitur tambahan. Format ini mendukung multiple subtitle tracks, audio tracks, chapter markers, dan metadata yang kaya . MKV sangat populer di kalangan enthusiast video karena kemampuannya menyimpan video berkualitas tinggi dengan berbagai codec. Spesifikasi teknis MKV meliputi dukungan untuk resolusi hingga 8K+, frame rate yang tidak terbatas, dan berbagai codec termasuk H.264, H.265, VP9, dan AV1. MKV menggunakan ekstensi file .mkv dengan ukuran file yang bervariasi tergantung pada konten dan pengaturan kompresi.[2], [3]
4. **WebM**  
   WebM adalah format container open-source yang dikembangkan oleh Google untuk web. Format ini dirancang khusus untuk penggunaan dalam HTML5 video dan streaming online. WebM biasanya menggunakan codec video VP8 atau VP9 (keduanya dikembangkan oleh Google) dan codec audio Vorbis atau Opus . Keuntungan utama WebM adalah lisensinya yang bebas royalti, membuatnya ideal untuk penggunaan di web terbuka. Spesifikasi teknis WebM mencakup dukungan untuk resolusi hingga 8K, frame rate hingga 120 fps, dan profil warna dasar hingga HDR. WebM menggunakan ekstensi file .webm dan umumnya menghasilkan file yang lebih kecil dibandingkan dengan H.264 pada kualitas visual yang sebanding.[2], [3]
5. **MOV (QuickTime File Format)**  
   MOV adalah format yang dikembangkan oleh Apple sebagai bagian dari ekosistem QuickTime. Format ini banyak digunakan dalam industri pembuatan film dan video profesional, terutama di kalangan pengguna produk Apple. MOV mendukung berbagai codec termasuk H.264, H.265, ProRes, dan DNxHD yang populer untuk produksi video . Format ini menawarkan kualitas yang sangat baik dan dioptimalkan untuk editing, meskipun file yang dihasilkan biasanya lebih besar dibandingkan format yang dioptimalkan untuk distribusi. Spesifikasi teknis MOV mencakup dukungan untuk resolusi hingga 8K, frame rate hingga 240 fps, dan berbagai profil warna profesional. MOV menggunakan ekstensi file .mov dan populer di kalangan profesional video dan film.[2], [3]
6. **FLV (Flash Video)**  
   FLV adalah format yang dikembangkan oleh Adobe untuk digunakan dengan Adobe Flash Player. Meskipun penggunaan Flash telah menurun secara signifikan dalam beberapa tahun terakhir, format FLV masih memiliki relevansi historis dan masih digunakan dalam beberapa sistem legacy. Format ini biasanya menggunakan codec video Sorenson Spark, On2 VP6, atau H.264 . Spesifikasi teknis FLV meliputi dukungan untuk resolusi video hingga 1080p (tergantung pada codec yang digunakan), frame rate hingga 60 fps, dan beberapa codec audio termasuk MP3 dan AAC. FLV menggunakan ekstensi file .flv dan F4V untuk versi yang lebih baru. Meskipun telah digantikan oleh format modern, FLV merupakan bagian penting dari sejarah video online.[2], [3]
7. **WMV (Windows Media Video)**  
   WMV adalah format yang dikembangkan oleh Microsoft sebagai bagian dari Windows Media framework. Format ini menggunakan codec video proprietary Microsoft dan dirancang untuk bekerja optimal dengan ekosistem Windows. WMV menawarkan kompresi yang efisien dan proteksi konten DRM yang kuat, membuatnya populer untuk distribusi konten komersial . Spesifikasi teknis WMV mencakup dukungan untuk resolusi video hingga 4K (pada versi terbaru), frame rate hingga 60 fps, dan mendukung berbagai profil termasuk Simple, Main, dan Advanced. WMV menggunakan ekstensi file .wmv dan paling kompatibel dengan perangkat dan software berbasis Windows.[2], [3]
8. **MPEG-2**  
   MPEG-2 adalah standar kompresi video yang dikembangkan oleh Moving Picture Experts Group pada awal 1990-an. Format ini masih banyak digunakan untuk penyiaran televisi digital dan DVD. MPEG-2 dirancang untuk bitrate yang relatif tinggi (4-15 Mbps untuk DVD) dan menawarkan kualitas yang baik untuk siaran broadcast . Meskipun telah digantikan oleh format yang lebih efisien untuk aplikasi modern, MPEG-2 tetap menjadi bagian penting dari infrastruktur broadcast. Spesifikasi teknis MPEG-2 meliputi dukungan untuk resolusi hingga 1080i, berbagai frame rate termasuk 24, 25, 30, 50, dan 60 fps, dan struktur encoding berbasis I, B, dan P frames. MPEG-2 biasanya menggunakan ekstensi file .mpg atau .mpeg[2], [3].
9. **3GP**  
   3GP adalah format yang dikembangkan khusus untuk perangkat mobile. Format ini dirancang untuk mengoptimalkan ukuran file dan efisiensi streaming pada perangkat dengan bandwidth dan daya pemrosesan terbatas. 3GP biasanya menggunakan codec video H.263 atau MPEG-4 Part 2, dan codec audio AMR atau AAC . Format ini menjadi sangat populer pada era telepon seluler pra-smartphone dan masih digunakan di beberapa daerah dengan infrastruktur telekomunikasi terbatas. Spesifikasi teknis 3GP meliputi dukungan untuk resolusi video rendah hingga menengah (biasanya tidak lebih dari 352x288), frame rate rendah (15-20 fps), dan bitrate yang sangat dibatasi. 3GP menggunakan ekstensi file .3gp dan dioptimalkan untuk transmisi melalui jaringan seluler 3G.[2], [3]
10. **HEVC/H.265**  
    High Efficiency Video Coding (HEVC), juga dikenal sebagai H.265, adalah standar kompresi video generasi baru yang dikembangkan sebagai penerus H.264/AVC. Format ini menawarkan peningkatan efisiensi kompresi hingga 50% dibandingkan H.264 pada kualitas visual yang sama, memungkinkan pengiriman konten 4K dan 8K yang lebih efisien . HEVC telah diadopsi secara luas untuk streaming 4K, Blu-ray UHD, dan aplikasi broadcasting modern. Spesifikasi teknis HEVC mencakup dukungan untuk resolusi hingga 8K (8192x4320), frame rate hingga 300 fps, kedalaman bit hingga 12-bit, dan berbagai profil warna termasuk HDR10 dan Dolby Vision. HEVC biasanya digunakan dalam container seperti MP4 atau MKV. Meskipun persyaratan lisensi yang kompleks sempat menghambat adopsinya, HEVC tetap menjadi standar penting untuk konten video resolusi tinggi.[2], [3]

### **2.4.3. Hasil Analisa**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Format | Codec Umum | Resolusi | Kompresi | Fitur Tambahan | Kompatibilitas | Keunggulan | Kelemahan |
| MP4 | H.264/H.265 | Hingga 8K | Lossy | Subtitle, metadata | Sangat luas | Seimbang kualitas & ukuran | DRM & paten |
| AVI | Banyak (lama) | Tak terbatas | Bervariasi | Terbatas | Luas (Windows) | Dukungan umum | File besar, usang |
| MKV | H.264/H.265/AV1 | 8K+ | Lossy | Multi-audio, subtitle | Luas (open-source) | Fitur lengkap | Tidak didukung semua platform |
| MOV | ProRes, H.264 | Hingga 8K | Lossy | Metadata kaya | Optimal di Apple | Kualitas tinggi | File besar |
| FLV | VP6, H.264 | 1080p | Lossy | Flash embed | Usang (legacy) | Ringan untuk web | Tidak lagi disarankan |
| WMV | WMV9 | 4K | Lossy | DRM | Windows | Kompresi efisien | Tidak universal |
| MPEG-2 | MPEG-2 | 1080i | Lossy | Broadcast-ready | TV & DVD | Kualitas bagus untuk siaran | Tidak efisien |
| 3GP | H.263, MPEG-4 | 240p–480p | Lossy | Ringan | Mobile lawas | Ukuran sangat kecil | Resolusi rendah |
| HEVC/H.265 | H.265 | Hingga 8K | Lossy | HDR, efisien | Luas tapi terkendala lisensi | Kompresi unggul | Beban decoding tinggi |
| WebM | VP8/VP9 | 8K | Lossy | Subtitle HTML5 | Browser modern | Bebas royalti | Kurang mendukung di perangkat lama |

## **2.5. Animasi**

### **2.5.1. Pendapat Ahli**

1. **John Lasseter**

John Lasseter, salah satu pendiri Pixar Animation Studios dan mantan Chief Creative Officer di Walt Disney Animation Studios, berpendapat bahwa "Animasi bukan tentang membuat gambar bergerak secara realistis. Ini tentang menghidupkan karakter yang memiliki kepribadian dan jiwa yang dapat terhubung dengan penonton secara emosional." Lasseter menekankan bahwa teknologi dalam animasi hanya merupakan alat, sementara cerita dan pengembangan karakter adalah elemen terpenting dalam menciptakan animasi yang berkualitas.

**2. Hayao Miyazaki**

Hayao Miyazaki, sutradara dan animator terkenal dari Studio Ghibli, menyatakan bahwa "Animasi adalah seni menciptakan gerakan dengan ilusi, bukan sekedar mereproduksi gerakan yang sudah ada." Miyazaki percaya bahwa animasi memiliki kekuatan unik untuk menciptakan dunia yang tidak mungkin divisualisasikan dalam film live-action, dan dapat menjembatani kesenjangan antara realitas dan imajinasi dengan cara yang tidak dapat dilakukan oleh media lain.

**3. Richard Williams**

Richard Williams, animator legendaris dan penulis buku "The Animator's Survival Kit", berpendapat bahwa "Prinsip dasar animasi tidak pernah berubah, terlepas dari teknologi yang digunakan. Pemahaman mendalam tentang berat, keseimbangan, dan timing akan selalu menjadi fondasi animasi yang baik." Williams menekankan pentingnya memahami prinsip-prinsip animasi klasik bahkan dalam era teknologi modern.

**4. Brenda Chapman**

Brenda Chapman, sutradara dari film "Brave" dan "The Prince of Egypt", mengemukakan bahwa "Animasi adalah medium yang kuat untuk menyampaikan cerita universal dan mengeksplorasi tema-tema kompleks dengan cara yang dapat diakses oleh semua usia." Chapman berpendapat bahwa animasi memungkinkan kita untuk melihat dunia melalui perspektif yang berbeda, dan dapat menyampaikan pesan yang dalam dengan cara yang menarik secara visual.

**5. Glen Keane**

Glen Keane, animator veteran Disney yang mendesain karakter-karakter ikonik seperti Ariel, Beast, dan Tarzan, berpendapat bahwa "Animasi yang hebat harus membuat penonton melupakan bahwa mereka sedang menonton gambar yang digambar. Mereka harus percaya bahwa karakter tersebut benar-benar hidup dengan pikiran dan emosi mereka sendiri." Keane menekankan pentingnya menangkap esensi dan emosi karakter melalui gerakan yang ekspresif dan dinamis.

### **2.5.2. Contoh Animasi Populer**

**1. Animasi 2D Tradisional**

Animasi 2D tradisional adalah teknik animasi klasik dimana setiap frame digambar secara manual. Film legendaris seperti "Snow White and the Seven Dwarfs" (1937) oleh Walt Disney adalah contoh pertama film animasi panjang yang menggunakan teknik ini. Animasi 2D tradisional melibatkan pembuatan banyak gambar yang digambar secara berurutan untuk menciptakan ilusi gerakan. Meskipun telah banyak digantikan oleh teknologi digital, banyak studio seperti Studio Ghibli di Jepang yang masih mempertahankan elemen-elemen animasi tradisional dalam karya mereka.[12]

**2. Animasi CGI (Computer-Generated Imagery)**

Animasi CGI menggunakan komputer untuk menciptakan gambar dan gerakan. "Toy Story" (1995) oleh Pixar adalah film fitur panjang pertama yang sepenuhnya menggunakan CGI, menandai awal era baru dalam industri animasi. CGI memungkinkan pembuatan visual yang kompleks dan realistis yang sulit atau tidak mungkin dicapai dengan teknik tradisional. Saat ini, hampir semua film animasi studio besar diproduksi menggunakan CGI, seperti film-film dari Pixar, DreamWorks, dan Illumination Entertainment.[12]

**3. Stop Motion**

Stop motion adalah teknik animasi dimana objek fisik dimanipulasi sedikit demi sedikit antara frame yang difoto, menciptakan ilusi gerakan saat frame diputar secara berurutan. "The Nightmare Before Christmas" (1993) karya Tim Burton adalah contoh ikonik dari animasi stop motion yang menggunakan boneka dengan rangka logam. Studio Laika terkenal dengan film-film stop motion mereka seperti "Coraline" (2009) dan "Kubo and the Two Strings" (2016), yang menggabungkan teknik tradisional dengan teknologi modern.[12]

**4. Animasi Claymotion**

Claymotion adalah subkategori stop motion yang menggunakan figur tanah liat atau bahan yang dapat dibentuk. "Wallace and Gromit" karya Aardman Animations adalah contoh populer dari claymotion, dengan film-film seperti "The Wrong Trousers" (1993) dan "A Close Shave" (1995) memenangkan Academy Award. Claymotion memungkinkan animator untuk membuat karakter yang sangat ekspresif dan dapat berubah bentuk, menambahkan dimensi kreatif unik pada storytelling visual.[12]

**5. Rotoscoping**

Rotoscoping adalah teknik animasi dimana animator melacak gerakan dari footage live-action yang sudah difilmkan sebelumnya. Film animasi "Snow White and the Seven Dwarfs" (1937) menggunakan rotoscoping untuk beberapa gerakan karakter. Film "A Scanner Darkly" (2006) menggunakan rotoscoping digital untuk menciptakan estetika visual yang surreal dan bergetar. Teknik ini memungkinkan gerakan yang sangat realistis dalam animasi, meskipun kadang-kadang dikritik karena dapat menghasilkan gerakan yang terlalu mekanik.[12]

**6. Animasi Motion Capture**

Motion capture adalah proses merekam gerakan subjek nyata dan mentransfer data tersebut ke model digital. Film seperti "Avatar" (2009) dan "The Polar Express" (2004) menggunakan motion capture untuk menciptakan karakter digital yang bergerak seperti aktor manusia. Teknologi ini sangat populer dalam industri game dan film, memungkinkan performa aktor untuk diterjemahkan ke karakter digital dengan tingkat detail yang tinggi.[12]

**7. Animasi Vektor**

Animasi vektor menggunakan gambar berbasis matematika yang dapat diskalakan tanpa kehilangan kualitas. Serial televisi seperti "South Park" dan "The Powerpuff Girls" menggunakan animasi vektor untuk gaya visual yang khas. Adobe Flash (sekarang Animate) dan Toon Boom Harmony adalah software populer untuk animasi vektor. Keuntungan utama animasi vektor adalah file yang lebih ringan dan kemampuan untuk menskalakan elemen tanpa degradasi kualitas.[12]

**8. Animasi Anime**

Anime adalah gaya animasi Jepang dengan ciri khas seperti mata besar dan ekspresif, rambut berwarna-warni, dan gerakan dinamis. Film seperti "Spirited Away" (2001) oleh Studio Ghibli dan serial seperti "Naruto" dan "One Piece" telah membantu mempopulerkan anime secara global. Anime mencakup berbagai genre dan gaya visual, dari yang sangat realistis hingga yang sangat stilisasi, dan telah sangat mempengaruhi animasi di seluruh dunia.[12]

**9. Animasi Cutout**

Animasi cutout menggunakan potongan-potongan flat dari kertas, kain, atau material lain yang dimanipulasi untuk menciptakan gerakan. Serial "South Park" awalnya dibuat menggunakan teknik cutout sebelum beralih ke simulasi digital dari teknik tersebut. Film seperti "The Adventures of Prince Achmed" (1926) oleh Lotte Reiniger adalah contoh awal dari animasi siluet, subkategori dari cutout. Teknik ini memberikan estetika visual yang unik dan sering digunakan untuk proyek independen atau eksperimental.[12]

**10. Animasi Eksperimental**

Animasi eksperimental menggabungkan berbagai teknik dan media untuk menciptakan karya visual yang tidak konvensional. Film-film Norman McLaren seperti "Begone Dull Care" (1949) melukis langsung pada film, sementara "Loving Vincent" (2017) diciptakan dengan 65,000 lukisan minyak yang digambar oleh lebih dari 100 seniman. Animasi eksperimental mendorong batas-batas medium dan sering digunakan untuk tujuan artistik daripada komersial, mengeksplorasi konsep abstrak dan teknik inovatif.[12]

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Tay. Vaughan, *Multimedia : making it work*. McGraw-Hill, 2011.

[2] Y. Arifin, Yesmaya Violitta, dan M. R. Yosep, *DIGITAL MULTIMEDIA*. 2015.

[3] A. Y. Rukmana *dkk.*, *DUNIA MULTIMEDIA : Pengenalan dan Penerapannya*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023. [Daring]. Tersedia pada: https://books.google.co.id/books?id=rOXAEAAAQBAJ

[4] J. Berger, “Ways of Seeing,” 1972.

[5] R. Bringhurst, *The Element Of Typographic Style*. 1996.

[6] R. Arnheim, *Visual Thinking*. University of California Press, 2023. [Daring]. Tersedia pada: https://books.google.co.id/books?id=80\_hEAAAQBAJ

[7] S. McCloud, “Understanding Comics,” 1993.

[8] Barry. Truax, *Acoustic communication*. Ablex Pub. Corp., 1984.

[9] Michel. Chion, Claudia. Gorbman, dan Walter. Murch, *Audio-vision : sound on screen*. Columbia University Press, 1994.

[10] W. Murch, *In the Blink of an Eye: A Perspective on Film Editing*. Silman-James Press, 1995. [Daring]. Tersedia pada: https://books.google.co.id/books?id=\_rAsAAAAYAAJ

[11] S. R. Murray, “The Soundscape Our Sonic Environment and the Tuning of the World,” 1994.

[12] I. Binanto, *Multimedia Digital - Dasar Teori dan Pengembangannya*. Penerbit Andi, 2010. [Daring]. Tersedia pada: https://books.google.co.id/books?id=UqWLna0oaUYC