

BAB 2

TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Kemampuan Berpikir Kritis

2.1.1.1 Pengertian Kemampuan Berpikir Kritis

Definisi Berpikir kritis telah banyak dikemukakan oleh para ahli, salah satunya oleh Ennis Robert H. Ennis, beliau menjelaskan bahwa berpikir kritis merupakan suatu proses berpikir reflektif yang berfokus pada memutuskan apa yang diyakini atau dilakukan (Ennis, 2011). Sementara itu menurut (Emely, n.d.) beliau mengatakan bahwa berpikir kritis meliputi komponen keterampilan-keterampilan menganalisis argumen, membuat kesimpulan menggunakan penalaran yang bersifat induktif atau deduktif, penilaian atau evaluasi, dan membuat keputusan atau memecahkan masalah. Menurut Eni et al. (2017) dalam tulisannya pada suatu Jurnal yang berjudul *Critical Thinking Skill: Konsep dan Indikator Penilaian*. *Critical thinking skill* adalah kemampuan untuk berpikir secara logis, reflektif, sistematis dan produktif yang diaplikasikan dalam membuat pertimbangan dan mengambil keputusan yang baik. Ratna menyebutkan bahwa seseorang dikatakan mampu berpikir kritis bila seseorang itu mampu berpikir logis, reflektif, sistematis dan produktif yang dilakukannya dalam membuat pertimbangan dan mengambil keputusan. Berdasarkan pendapat para ahli dapat disimpulkan bahwa Berpikir kritis merupakan suatu keahlian dimana seseorang untuk menganalisis informasi secara mendalam, membuat penilaian yang rasional, memecahkan masalah secara efektif, dan terus-menerus memperbaiki proses berpikir mereka. Kemampuan ini sangat penting dalam berbagai aspek kehidupan, baik akademik, profesional, maupun personal.

Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) mendefinisikan berpikir sebagai aktivitas menggunakan akal budi untuk menimbang dan memutuskan sesuatu. Proses berpikir ini mencakup tiga langkah

utama, yaitu pembentukan pengertian, pembentukan pendapat, dan penarikan kesimpulan. Kemampuan berpikir kritis merupakan keterampilan esensial yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari, di dunia kerja, dan untuk berfungsi secara efektif dalam berbagai bidang kehidupan. Secara neurologis, proses ini lebih banyak diproses oleh otak bagian kiri. Sejak tahun 1942, berpikir kritis telah menjadi salah satu tujuan utama dalam pendidikan. Dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir, penelitian dan diskusi mengenai berpikir kritis mengalami peningkatan yang signifikan.

Berpikir kritis termasuk ke dalam kategori keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher-order thinking skills*), yang berguna dalam membentuk sistem konseptual pada peserta didik. Ennis, dalam kutipan yang disampaikan Alec Fisher, mengartikan berpikir kritis sebagai proses berpikir yang rasional dan reflektif, yang difokuskan pada penentuan apa yang harus diyakini atau dilakukan. Ini menunjukkan bahwa berpikir kritis merupakan inti dari aktivitas penalaran.

Lestari (2019) menyatakan bahwa berpikir kritis tidak hanya berarti berpikir secara sadar dan disengaja, tetapi juga mengevaluasi cara kita dan orang lain dalam menggunakan bukti serta logika. Robert Duron menyederhanakan maknanya sebagai kemampuan untuk menganalisis dan mengevaluasi informasi secara efektif.

Letseka & Zireva (2013) menyebut berpikir sebagai segala bentuk aktivitas mental yang membantu dalam merumuskan atau menyelesaikan masalah, membuat keputusan, dan memahami sesuatu secara mendalam. Menurutnya, berpikir adalah usaha untuk menemukan jawaban dan makna.

Mcgraw-Hill & Primis (1976) mengungkapkan bahwa lembaga pendidikan seharusnya membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir yang benar. Dewey mendefinisikan berpikir kritis sebagai kegiatan aktif dan gigih yang dilandasi dengan pertimbangan cermat terhadap suatu keyakinan atau bentuk pengetahuan, dilihat dari berbagai aspek yang mendukung maupun menyanggahnya.

Dari berbagai pandangan para ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis adalah proses mental yang bertujuan untuk memahami dan

mengevaluasi informasi secara mendalam, sehingga menghasilkan keyakinan atau pendapat yang logis dan masuk akal. Proses ini dilakukan secara aktif, menunjukkan motivasi untuk mencari kebenaran serta mengevaluasi cara berpikir sendiri dan orang lain.

2.1.1.2 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kemampuan Berpikir Kritis

Dalam *Critical Thinking*, Beyer dalam (Purvis, 2009) mendefinisikan berpikir kritis sebagai suatu proses membuat penilaian yang teralasan dan rasional, mampu menilai validitas suatu pernyataan atau argumen berdasarkan kriteria tertentu. Ia menekankan bahwa berpikir kritis adalah kedisiplinan mental: individu yang memilikinya tidak mudah dipengaruhi (tidak '*stampeded*'), mampu menahan penilaian sampai bukti diperiksa, dan mengedepankan keterbukaan untuk meninjau ulang keyakinan berdasarkan bukti yang relevan. Berpikir kritis bukan sekedar berpikir logis sebab berpikir kritis harus memiliki keyakinan dalam nilai-nilai, dasar pemikiran dan percaya sebelum didapatkan alasan yang logis dari padanya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan berpikir kritis diantaranya:

1. Faktor Internal/Psikologis

Kemampuan berpikir kritis sangat dipengaruhi oleh kondisi internal individu. Kondisi fisik seperti kesehatan tubuh, kualitas tidur, dan pola makan yang seimbang memberikan energi dan fokus yang dibutuhkan untuk berpikir jernih dan logis. Selain itu, faktor psikologis seperti motivasi belajar dan efikasi diri memainkan peran penting; individu yang yakin akan kemampuannya cenderung lebih percaya diri untuk mengeksplorasi ide-ide baru dan mengkritisi informasi. Kecemasan, stres, serta kebiasaan belajar yang buruk dapat menghambat alur berpikir yang mendalam. Tidak kalah penting, kapasitas intelektual yang mencakup kemampuan metakognitif (berpikir tentang pikiran sendiri) juga menentukan seberapa jauh seseorang dapat menganalisis, mengevaluasi, dan membuat kesimpulan yang rasional. Semua faktor ini saling memengaruhi dan membentuk dasar kesiapan mental dalam berpikir kritis. Penerapan Kriteria dalam Penilaian

Beyer menegaskan pentingnya menggunakan standar universal seperti fakta relevan, sumber terpercaya, bebas bias, logis, konsisten, dan argumentasi kuat.

2. Faktor Pedagogid/Pendidikan

Faktor pendidikan sangat berpengaruh terhadap pengembangan kemampuan berpikir kritis. Desain kurikulum yang menekankan pada pembelajaran aktif dan berjenjang (dari konsep dasar ke aplikasi kompleks) akan lebih efektif dalam merangsang pemikiran reflektif. Metode pembelajaran seperti studi kasus, diskusi kelompok, dan pembelajaran kooperatif mendorong siswa untuk menganalisis, menilai informasi, dan mengembangkan solusi kreatif.

Peran pendidik juga sangat penting: guru yang berfungsi sebagai fasilitator mampu membimbing siswa dalam proses berpikir, memberikan umpan balik konstruktif, serta menciptakan suasana kelas yang mendukung eksplorasi ide. Pendidikan yang tidak hanya berfokus pada hafalan tetapi juga mengasah pertanyaan, refleksi, dan penilaian menjadi kunci utama terbentuknya kemampuan berpikir kritis. Sudut Pandang (*Point of View*)

3. Faktor Sosio/Kultural dan Teknologi

Lingkungan sosial dan budaya juga sangat menentukan dalam membentuk pola pikir kritis seseorang. Masyarakat yang terbuka terhadap perbedaan pendapat, memberikan ruang diskusi, dan mendorong kebebasan berpikir akan lebih memfasilitasi pengembangan berpikir kritis. Selain itu, keberagaman budaya dan latar belakang individu memungkinkan terjadinya perspektif yang luas, sehingga mendorong analisis yang lebih mendalam terhadap suatu persoalan (Al-Abyadh & Abdel Azeem, 2022).

Di era digital saat ini, peran teknologi juga tak dapat diabaikan. Akses terhadap informasi yang luas, kemampuan literasi digital, serta penggunaan teknologi pendidikan (seperti simulasi atau platform pembelajaran daring) mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, selama penggunaannya dilakukan secara bijak dan terarah.

4. Faktor Kepercayaan Diri Dalam Manajemen Waktu

Kepercayaan diri berperan penting dalam berpikir kritis karena seseorang yang memiliki rasa percaya diri yang tinggi tidak takut untuk mengutarakan pendapat,

mempertanyakan informasi, maupun mengambil risiko dalam berpikir. Ini juga berkaitan erat dengan kemampuan manajemen waktu yang baik. Seseorang yang mampu mengelola waktu secara efektif akan lebih siap untuk menganalisis suatu masalah tanpa tekanan waktu yang menghambat proses berpikir mendalam. Tanggung jawab pribadi terhadap pembelajaran dan kedisiplinan studi pun merupakan pilar pendukung yang memperkuat kemampuan berpikir kritis dalam jangka panjang.

2.1.1.3 Indikator Berpikir kritis

Ennis mengemukakan, “Definisi berpikir kritis adalah berpikir secara beralasan dan reflektif dengan menekankan pembuatan keputusan tentang apayang harus dipercayai atau dilakukan”. Oleh karena itu, indikator kemampuan berpikir kritis dikelompokkan dalam lima besar aktivitas sebagai berikut:

1. Memberikan penjelasan sederhana, yang berisi: memfokuskan pertanyaan, menganalisis pertanyaan dan bertanya, serta menjawab pertanyaan tentang suatu penjelasan atau pernyataan.
2. Membangun keterampilan dasar, yang terdiri atas mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak dan mengamati serta mempertimbangkan suatu laporan hasil observasi.
3. Menyimpulkan, yang terdiri atas kegiatan mendeduksi atau mempertimbangkan hasil deduksi, meninduksi atau mempertimbangkan hasilinduksi, dan membuat serta menentukan nilai pertimbangan.
4. Memberikan penjelasan lanjut, yang terdiri atas mengidentifikasi istilah-istilah dan definisi pertimbangan dan juga dimensi, serta mengidentifikasi asumsi.
5. Mengatur strategi dan teknik, yang terdiri atas menentukan tindakan danberinteraksi dengan orang lain. Indikator-indikator tersebut dalam prakteknya dapat bersatu padu membentuk sebuah kegiatan atau terpisah-pisah hanya beberapa indikator saja.

Adapun dalam 5 dasar indikator terdapat subindikator kemampuan berpikir kritis dapat diturunkan dari aktivitas kritis siswa meliputi:

- 1) Memfokuskan pernyataan yang jelas dari pertanyaan.
- 2) Mencari alasan dengan menganalisis argumen.

- 3) Berusaha mengetahui informasi dengan baik dengan cara bertanya dan menjawab pertanyaan tentang suatu penjelasan dan tantangan.
- 4) Memakai sumber yang memiliki kredibilitas dan menyebutkannya.
- 5) Memperhatikan situasi dan kondisi secara keseluruhan, dan mempertimbangkan berbagai kemungkinan Mengidentifikasi asumsi
- 6) Berusaha tetap relevan dengan ide utama dalam hal membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi
- 7) Berusaha tetap relevan dengan ide utama dalam hal Membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi
- 8) Mengingat kepentingan yang asli dan mendasar dalam membuat dan mempertimbangkan nilai keputusan
- 9) Mengambil posisi ketika ada bukti yang cukup untuk melakukan sesuatu. Mendefinisikan istilah Penjelasan detail, mengemukakan argumen dan bukti
- 10) Mencari penjelasan sebanyak mungkin untuk memutuskan sebuah tindakan dan berinteraksi dengan orang lain

2.1.1.4 Langkah-langkah Berpikir Kritis

Menurut Kneeder dari *The Statewide History-social science Assesment Advisory committee*, mengemukakan bahwa langkah-langkah berpikir kritis itu dapat dikelompokkan menjadi tiga langkah:

1. Mengidentifikasi dorongan informasi
 Pertama, mengidentifikasi dorongan umum argumen dalam informasi yang dibaca. Pada tahap ini hanya mencoba untuk menentukan dan menyadari materi pelajaran. Cobalah untuk mengidentifikasi: poin utama dari argumen klaim yang dibuat sebagai bukti yang digunakan untuk mencapai kesimpulan.
2. Analisa materi
 Sewaktu membaca, pikirkan tentang apakah materi tersebut relevan dengan kebutuhan Anda. Berikut adalah beberapa pertanyaan yang mungkin membantu dalam analisis Anda:
 - a) Apakah informasi masuk akal dalam kaitannya dengan teori dan penelitian lainnya?
 - b) Dimanakah gambaran yang lebih luas?

- c) Apakah ini argumen induktif atau deduktif?
- d) Berapa banyak materi?
- e) Apakah materi sudah jelas atau Anda perlu menemukan informasi tambahan untuk membantu pemahaman Anda?
- f) Dapatkah Anda mengidentifikasi implikasi yang mungkin mengharuskan Anda untuk mencari bahan lain? (Mungkin penjelasan pelengkap fenomena jika materi asli tidak cukup komprehensif).
- g) Apakah argumen yang disajikan pandangannya seimbang atau penulis mengabaikan beberapa topik dalam rangka untuk mengajukan argumen tertentu?

3. Membandingkan dan menerapkan informasi

Pertanyaan penugasan akan sering meminta untuk menerapkan teori, prinsip atau formula untuk situasi. Proses mencoba untuk menerapkan apa yang dipelajari dapat membantu untuk membangun pemahaman tentang subjek. Contohnya ketika mencari implikasi dari satu bagian informasi terdapat kelemahan lain yang mungkin terungkap ketika menerapkan ide untuk situasi kehidupan nyata yang cakupannya kurang. Apakah teori atau formula. hanyasejauh ini saja dan apakah perlu untuk menarik atas teori atau prinsip lain untuk menyelesaikan pemahaman tentang sesuatu?

2.1.2 Pendekatan Pembelajaran *Visual Thinking Strategies*

2.1.2.1 Pengertian *Visual Thinking Strategies*

Visual Thinking atau Berpikir Visual adalah proses intelektual intuitif dan ide imajinasi visual, baik dalam pencitraan mental atau melalui gambar (Andrews & Henze, 2009) menyatakan mengandalkan proses berpikir bahasa gambar visual, bentuk, pola, tekstur, symbol. Hasibuan & Ginting (2022) menyatakan " Ini adalah mewakili sensasi pengetahuan dalam bentuk struktur ide, itu adalah aliran ide sebagai gambar, diagram, penjelasan model, lukisan yang diatur ide-ide besar dan penyelesaian sederhana. *Visual Thinking* dapat didefinisikan sebagai sesuatu pemikiran yang aktif dan proses analitis untuk memahami, menafsirkan dan memproduksi pesan visual, interaksi antara melihat, membayangkan, dan menggambarkan sebagai tujuan dapat digunakan, dan canggih seperti berpikir

verbal. Visualisasi adalah suatu tindakan dimana seseorang individu membentuk hubungan yang kuat antara internal membangun sesuatu yang diakses diperoleh melalui indra. Sambungan berkualitas tersebut dapat dibuat dalam salah satu dari dua arah. *Visual Thinking* dapat didefinisikan sebagai sesuatu pemikiran yang aktif dan proses analitis untuk memahami, menafsirkan dan memproduksi pesan visual, interaksi antara melihat, membayangkan, dan menggambarkan sebagai tujuan dapat digunakan, dan canggih seperti berpikir verbal. Visualisasi memiliki suatu peranan penting dalam perkembangan pemikiran, pengertian matematika, dan pergeseran dari berpikir konkret berpikir abstrak yang berhubungan dengan pemecahan masalah dalam matematika. *Visual Thinking* menarik untuk dibahas mengingat banyak penelitian terdahulu menemukan bahwa akibat penggunaan representasi visual yang tidak benar, siswa mengalami keterbatasan dan kesulitan.

2.1.2.2 Tahapan Pendekatan Pembelajaran *Visual Thinking Strategies*

Tahapan proses berpikir visual menurut Bastiani (2023) yaitu *looking, seeing, imagining, showing and telling*. *Looking*: mengumpulkan informasi, fokus pada yang penting dan singkirkan yang lainnya. *Seeing*: mengenali pola, memilih pola yang sesuai dan mengelompokkan rinciannya. *Imagining*: melihat apa yang belum ada tetapi seharusnya ada. *Showing and telling*: Memperlihatkan, memperjelas dan memberitahu pemahaman dan mendiskusikannya bersama rekan-rekan kelompok.

Komponen *Visual Thinking* diantaranya:

1. *Looking*:
 - a) Apa yang harus difokuskan: mengidentifikasi masalah dan solusinya hubungan timbal balik
 - b) Apa yang harus digunakan: Kegiatan pengumpulan dan penyaringan
2. *Seeing*:
 - a) Apa yang harus difokuskan: Memahami isu dan peluang
 - b) Apa yang harus digunakan: Memilih dan mengelompokkan aktivitas
3. *Imagining*:
 - a) Apa yang harus difokuskan: Membuat aturan baru untuk solusi baru
 - b) Apa yang harus digunakan: Aktivitas pengenalan pola

4. *Showing and telling*:

- a) Apa yang harus difokuskan: Menjelaskan dengan jelas apa yang telah Anda lihat
- b) Apa yang harus digunakan: Kegiatan dan keterlibatan komunikasi

2.1.2.3 Keunggulan Pendekatan Pembelajaran *Visual Thinking Strategies*

Keunggulan *Visual Thinking*, diantaranya yaitu:

1. Dengan *Visual Thinking*, informasi yang didapat langsung diproses dan hanya dengan melihat gambar saja.
2. *Visual Thinking* dapat membantu menyampaikan masalah dan cara mengatasi masalah.
3. Dengan menggunakan *Visual Thinking*, objek atau proses dapat dilihat pada sudut pandang yang lebih jelas dan kreatif terhadap minder lain, hal ini karena proses kreatif menggabungkan keterpurukan masalah, mengumpulkan informasi, mengembangkan gagasan, merencanakan dan memproduksi sebuah finishing. dari sebuah masalah.

2.1.2.4 Kekurangan Pendekatan Pembelajaran *Visual Thinking Strategies*

Menurut Laura Vigliotti dalam (Ritchhart, 2007) dari perspektif pendidik museum berdasarkan analisis SWOT terhadap implementasi VTS pendekatan ini memiliki beberapa kelemahan penting. Salah satu yang utama adalah ketergantungan tinggi pada kualitas dan pengalaman fasilitator. Penelitian menunjukkan bahwa pendidik dengan pengalaman lebih bertahun-tahun cenderung mengidentifikasi lebih banyak kelemahan dalam aplikasi VTS, sedangkan peserta baru mungkin tidak menyadari keterbatasan tersebut Hal ini mengindikasikan bahwa keberhasilan VTS sangat ditentukan oleh keterampilan fasilitasi: pengelolaan diskusi, kemampuan memancing pertanyaan terbuka, serta kepekaan terhadap dinamika kelompok. Jika fasilitator tidak cukup terlatih, diskusi bisa saja tidak pada jalur analitis yang diharapkan, atau malah membuahkan asumsi dangkal tanpa kedalaman reflektif. Dampaknya: implementasi VTS menjadi tidak konsisten, dengan output yang sangat bervariasi tergantung siapa yang memimpin, bukan dari metodologi itu sendiri.

2.1.3 *Pictory AI*

2.1.3.1 Pengertian AI

Kecerdasan Buatan (AI), sebuah istilah yang dicetuskan oleh Profesor Emeritus Stanford John McCarthy pada tahun 1955, didefinisikan olehnya sebagai “ilmu pengetahuan dan rekayasa untuk membuat mesin cerdas” (Manning, 2020). Teknologi AI merupakan hasil pengembangan mesin dengan serangkaian proses dan kombinasi algoritma khusus sehingga mampu menjalankan fungsinya menyerupai dengan manusia, juga kemampuan berpikir teknologi AI merupakan hasil dari pengetahuan yang diinput oleh manusia dan disimulasi proses penalarannya untuk memecahkan masalah (Dwinata & Pambudi, 2023). AI dapat melihat pola dalam data saat tidak terlihat oleh manusia. Kemampuan untuk melihat pola inilah yang membuat AI sangat berharga. Manipulasi dan analisis data memakan waktu, kompleks, dan berulang, tetapi AI dapat melakukan tugas dengan penuh percaya diri (Jaya et al., 2019)

2.1.3.2 Pengertian *Pictory AI*

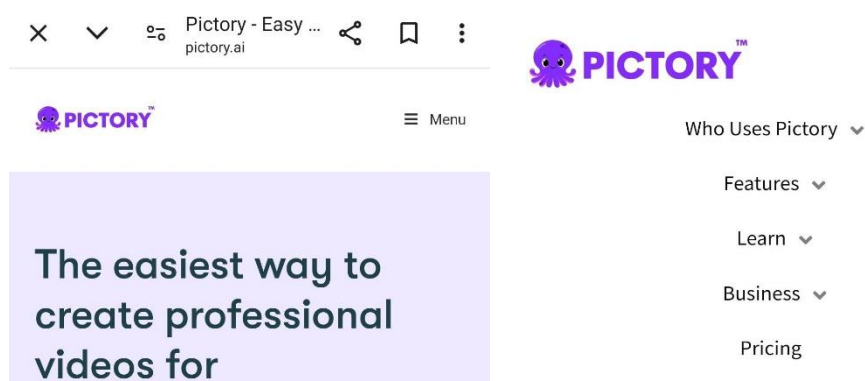
Saat ini pembuatan media animasi dapat dilakukan dengan mudah untuk dikembangkan. Beberapa pembuatan media animasi tidak memerlukan aplikasi. Animasi dapat dibuat dengan menghidupkan laptop yang terhubung jaringan internet dengan memanfaatkan platform yang ada. Beberapa fitur di web telah disediakan untuk dikembangkan sesuai keinginan dengan memperhatikan unsur kebutuhan. Berdasarkan pendapat tersebut salah satu platform yang mudah diakses dan digunakan tanpa keterampilan khusus yaitu *Pictory.ai* AI atau kecerdasan buatan adalah kecerdasan yang ditunjukkan oleh suatu entitas buatan. Menurut (Nurdin et al., 2018) *Artificial intelligence* adalah sebuah program komputer yang memiliki algoritma yang berfungsi untuk dapat mempelajari data dan menggunakannya untuk dapat melakukan proses berfikir dan bertindak seperti manusia.



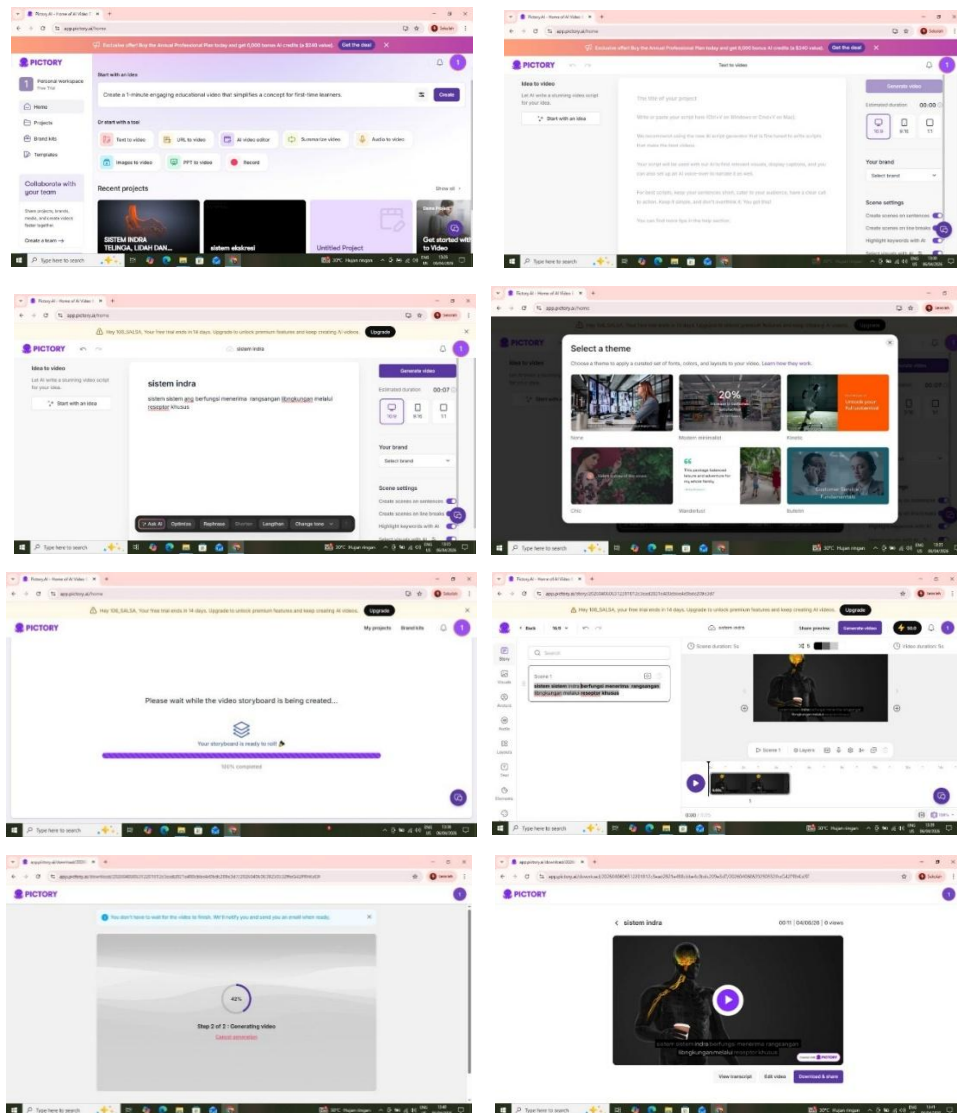
Gambar 2.1. Pictory AI

Sumber: <https://www.pictory.ai>

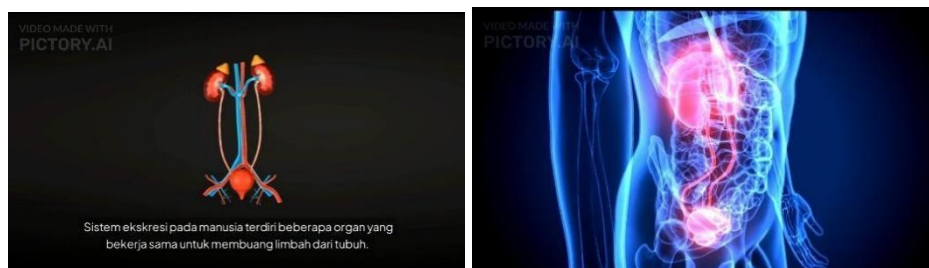
Pictory AI adalah sebuah *platform* AI (Gambar 2.1) yang memanfaatkan kecerdasan buatan untuk menerjemahkan teks menjadi ilustrasi hingga video secara otomatis. Dengan menggunakan algoritma yang kompleks, *Pictory* AI dapat memahami konteks dan makna dari teks yang diberikan dan menghasilkan ilustrasi dan video yang sesuai secara visual. Pendapat lain mengatakan *Platform* ini menggabungkan keahlian dalam pemrosesan bahasa alami dan generasi gambar berbasis AI untuk menciptakan ilustrasi yang menarik dan bermakna Video yang dihasilkan dari *Pictory.ai* ini dapat dimanfaatkan atau digunakan sebagai media pembelajaran dalam proses belajar mengajar. Tampilan Pictory AI dapat dilihat pada Gambar 2.2.



(a)



(b)



(c)

Gambar 2.2. Tampilan Pictory AI

Sumber: <https://www.pictory.ai>

(a) Menu Utama Pictory AI (b) Langkah-langkah penggunaan Pictory AI

(c) Hasil Video Pictory AI

2.1.3.3 Karakteristik Utama Pictory AI

Karakteristik pembelajaran menggunakan Pictory AI berkaitan erat dengan konsep pembelajaran multimedia, pembelajaran adaptif, dan visualisasi digital. Sebagai media berbasis *Artificial Intelligence* (AI), Pictory memiliki ciri khas yang membedakannya dari media video konvensional. Berikut adalah karakteristik utama pembelajaran menggunakan Pictory AI:

1. Visualisasi Dinamis dan Representatif

Pictory AI mampu mengubah narasi tekstual yang abstrak menjadi representasi visual (video) secara otomatis. Karakteristik ini mendukung Teori Kognitif Pembelajaran Multimedia dari Mayer, yang menyatakan bahwa manusia belajar lebih baik dari kata-kata dan gambar daripada dari kata-kata saja. Pictory AI memilih cuplikan video (*stock footage*) yang relevan dengan kata kunci biologis, sehingga mempermudah pemahaman konsep yang tidak terlihat oleh mata (mikroskopis). Mayer (2021) menjelaskan bahwa integrasi saluran visual dan auditori secara simultan dapat mengurangi beban kognitif (*cognitive load*) dan meningkatkan retensi memori.

2. Efisiensi dan Adaptivitas Konten

Karakteristik utama media berbasis AI adalah kecepatannya dalam memproduksi konten yang spesifik sesuai kebutuhan kurikulum (*tailor-made*). Guru dapat membuat media yang sangat tersegmentasi hanya untuk satu sub-materi tertentu (misal: hanya mekanisme kerja retina). Menurut Smutny & Schreiberova (2020), penggunaan AI dalam pendidikan memungkinkan pembuatan materi pembelajaran yang lebih fleksibel dan responsif terhadap kebutuhan instruksional yang spesifik.

3. Meningkatkan Literasi Visual dan Digital

Pembelajaran dengan Pictory AI menuntut peserta didik untuk menganalisis pesan visual yang padat informasi dalam waktu singkat. Hal ini selaras dengan kebutuhan keterampilan abad ke-21. Pusey & Meiselwitz (2016) menekankan bahwa penggunaan teknologi digital yang mengintegrasikan elemen multimedia di kelas dapat meningkatkan kemampuan interpretasi visual siswa terhadap data ilmiah.

4. Stimulus dalam Pembelajaran Berbasis Inkuiri (Dialogis)

Dalam konteks penelitian Anda, Pictory AI berperan sebagai "Anchor" atau jangkar informasi. Karakteristik visualnya yang kuat berfungsi sebagai pemicu (*trigger*) diskusi dalam strategi *Visual Thinking Strategies* (VTS).

2.1.4 Materi Sistem Indra

Sistem indra merupakan mekanisme pengaturan organ tubuh yang berfungsi untuk menerima berbagai rangsangan (*stimulus*), baik yang berasal dari lingkungan eksternal maupun dari dalam tubuh sendiri (*internal*). Secara fungsional, sistem indra berperan sebagai reseptor yang mendeteksi perubahan lingkungan sehingga tubuh dapat memberikan respons yang tepat. Sejalan dengan hal tersebut, Retnowati (2017) mendefinisikan panca indra sebagai organ tubuh khusus yang mampu menerima jenis rangsangan tertentu secara spesifik.

Alat indra manusia secara konvensional dikenal dengan sebutan panca indra karena terdiri dari lima organ sensorik utama. Menurut Campbell et al. (2020), sistem indra bekerja dengan cara mengubah energi fisik atau kimia dari lingkungan menjadi impuls saraf melalui proses yang disebut transduksi sensorik. Kelima indra tersebut meliputi:

1. Indra Penglihatan (Mata): Berfungsi sebagai fotoreseptor yang menerima rangsang berupa cahaya.
2. Indra Pendengar (Telinga): Berfungsi sebagai mekanoreseptor yang menerima rangsang berupa getaran bunyi atau gelombang suara.
3. Indra Pembau/Pencium (Hidung): Berfungsi sebagai kemoreseptor yang mendeteksi molekul kimia dalam bentuk gas di udara (Tortora & Derrickson, 2017).
4. Indra Pengecap (Lidah): Berfungsi sebagai kemoreseptor yang mendeteksi zat kimia cair atau zat yang terlarut dalam air liur.
5. Indra Peraba (Kulit): Berfungsi sebagai mekanoreseptor, termoreseptor, dan nosiseptor yang menerima rangsang berupa sentuhan, tekanan, suhu, serta rasa sakit.

Dalam perspektif filosofis-ilmiah, indra merupakan sebuah antarmuka (*interface*) yang menghubungkan kesadaran diri individu dengan materi di

lingkungan sekitar. Melalui sistem sensorik ini, manusia mampu menginterpretasikan realitas fisik ke dalam persepsi kognitif yang bermakna. Macam-macam panca indra manusia dapat dilihat pada Gambar 2.3.

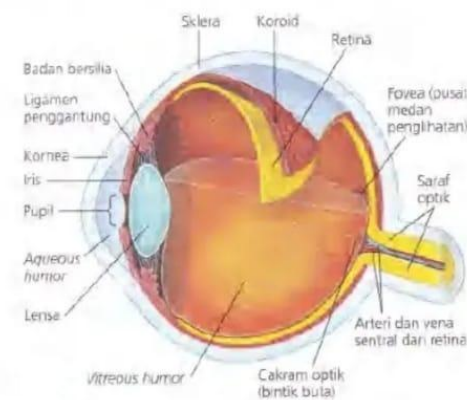


Gambar 2.3. Panca Indra

Sumber: (Maulidasari et.al., 2020)

A. Mata

Mata terdiri dari banyak bagian. Struktur mata bekerja sama untuk menjalankan perannya sebagai indra penglihatan. Proses melihat dimulai ketika cahaya dipantulkan dari suatu objek atau lingkungan di sekitar kita. Cahaya ini akan ditangkap oleh mata dan masuk ke dalam mata melalui kornea di bagian depan, kemudian melewati bagian tengah mata dan akhirnya diterima oleh retina yang terletak di bagian belakang mata. Mata memiliki reseptor khusus untuk mendeteksi perubahan Cahaya.



Gambar 2.4. Anatomi Mata

Sumber: (Campbell et al., 2010)

Gambar 2.4. mengilustrasikan bagian mata yang terbagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian depan, tengah, dan belakang. Setiap bagian memiliki beberapa organ dengan peran masing-masing. Anatomi mata bagian depan adalah area terluar mata yang bisa kita lihat langsung. Mata bagian depan terdiri dari beberapa bagian yaitu kornea, iris, pupil, sklera, dan konjungtiva.

1. Bagian Depan

a) Kornea

Menurut Balyen (2022) Kornea adalah jaringan transparan berbentuk kubah di depan mata, yang berperan besar dalam pembelokan cahaya (sebesar ~40–44 dioptri; sekitar dua pertiga total refraksi mata). Meskipun tidak memiliki pembuluh darah, kornea memperoleh oksigen melalui difusi dari air mata dan aqueous humor, serta nutrisi lewat cairan tersebut. Lapisan-lapisan kornea bekerja bersama menjaga transparansi melalui pompa ion epitel dan endotel, menjaga keseimbangan hidrasi. Kornea juga sangat sensitif secara saraf (300–600 kali lebih peka daripada kulit) karena keberadaan ujung saraf tak bermielin.

Kornea berperan sebagai bagian utama dalam sistem optik mata, yaitu membiaskan cahaya yang masuk agar terfokus tepat pada retina, dan memberikan kontribusi sekitar 70% dari total kekuatan refraksi mata. Selain fungsi optiknya, kornea juga bertindak sebagai pelindung fisik terhadap partikel asing, debu, dan mikroorganisme, sekaligus menjaga permukaan mata dari cedera ringan. Kornea terdiri dari lima bagian, yaitu jaringan epitel, lapisan bowman, stroma, membran descement, dan lapisan endotel.

1) Jaringan Epitel

Lapisan epitel adalah bagian paling luar dari kornea yang berfungsi sebagai pelindung terhadap debu, kuman, dan benda asing. Lapisan ini terdiri dari beberapa lapis sel yang mampu beregenerasi dengan cepat. Selain memberikan perlindungan, epitel juga membantu menciptakan permukaan yang halus agar cahaya dapat masuk secara optimal ke dalam mata.

2) Lapisan Bowman

Lapisan Bowman terletak di bawah epitel dan terdiri dari serat kolagen yang padat dan kuat. Meskipun tipis dan tidak dapat beregenerasi, lapisan ini membantu menjaga bentuk serta kekuatan kornea. Kerusakan pada lapisan ini dapat meninggalkan jaringan parut yang mengganggu penglihatan.

3) Stroma

Stroma merupakan lapisan tengah dan bagian tertebal dari kornea. Terdiri dari kolagen yang tersusun sangat teratur, stroma bertugas menjaga kekuatan dan transparansi kornea. Ketertiban susunan kolagen memungkinkan cahaya menembus kornea tanpa hambatan, menjadikannya kunci utama kejernihan penglihatan.

4) Membran *Decemet*

Membran *Decemet* adalah lapisan tipis namun elastis yang memisahkan stroma dari endotelium. Dibentuk oleh sel endotel, lapisan ini bertindak sebagai pelindung dan penopang. Meskipun tipis, *Descemet* cukup kuat dan mampu beregenerasi jika mengalami kerusakan ringan.

5) Lapisan Endotel

Lapisan endotel adalah bagian terdalam dari kornea yang hanya terdiri dari satu lapis sel. Fungsinya sangat penting, yaitu menjaga agar kornea tetap dehidrasi dan jernih dengan memompa kelebihan cairan keluar dari stroma. Karena tidak dapat beregenerasi, kerusakan endotel bisa menyebabkan pembengkakan dan gangguan penglihatan serius.

b) Iris

Menurut Khattab & Alomair (2017) Iris adalah bagian berwarna dari mata yang terletak di antara kornea dan lensa, berfungsi sebagai diafragma kontraktile yang mengatur jumlah cahaya yang masuk ke retina dengan menyesuaikan ukuran pupil. Ia terdiri dari dua otot utama: sphincter pupillae, yang menyempitkan pupil saat cahaya terang, dan dilator pupillae, yang melebarkan pupil saat kondisi gelap.

Respons otot-otot ini diatur oleh sistem saraf otonom (parasimpatis untuk miosis, simpatis untuk midriasis), sehingga iris memungkinkan adaptasi otomatis terhadap intensitas cahaya serta membantu meningkatkan ketajaman penglihatan melalui refleksi akomodasi. Selain fungsi optik, pigmen pada stroma dan epitel iris menentukan warna mata, memberikan perlindungan tambahan terhadap sinar UV dengan menyerap cahaya tersebar.

c) Pupil

Menurut Zele & Gamlin (2020) Pupil adalah bukaan bundar di tengah iris yang berfungsi mengatur jumlah cahaya yang masuk ke mata agar penglihatan tetap optimal. Ukuran pupil disesuaikan oleh dua otot iris: sphincter pupillae (berfungsi menyempitkan pupil saat cahaya terang via saraf parasimpatis) dan dilator pupillae (berfungsi melebarkan pupil saat kondisi gelap atau stres via saraf simpatis).

Selain refleksi cahaya, pupil juga menyesuaikan ukuran saat melihat dekat dan saat organisasi kognitif berubah, berkontribusi pada ketajaman dan kedalaman fokus mata. Secara umum, diameter pupil manusia bervariasi antara 1,5–4 mm (terang) hingga 4–8 mm (gelap).

d) Sklera

Sklera adalah lapisan luar mata yang berwarna putih dan kuat, berfungsi melindungi struktur internal mata serta mempertahankan bentuk bola mata. Sklera juga menjadi tempat melekatnya otot-otot penggerak bola mata dan berperan dalam menjaga tekanan intraokular tetap stabil.

Bagian-bagian Sklera:

- 1) Episklera merupakan lapisan luar yang mengandung pembuluh darah dan jaringan longgar.
- 2) Stroma sklera merupakan lapisan tengah, terdiri dari serat kolagen padat yang memberikan kekuatan.
- 3) Lamina fusca merupakan lapisan terdalam, mengandung pigmen dan menjadi penghubung dengan koroid.

4) Lamina cribrosa merupakan bagian belakang sklera yang dilalui saraf optik.

e) Konjungvita

Conjunctiva adalah membran mukosa transparan tipis yang melapisi permukaan dalam kelopak mata (palpebra) dan bagian putih mata (sklera), berfungsi menjaga kelembapan, melindungi mata dari infeksi, serta menyokong respon imun lokal. Dilengkapi sel goblet yang menghasilkan mukus, lapisan ini membantu memelihara film air mata, sehingga mencegah kekeringan dan iritasi.

2. Bagian Tengah

Anatomi mata bagian tengah, merupakan bagian mata yang berada di dalam setelah area luar mata. Bagian ini terdiri dari lensa dan rongga *vitreous*.

a. Lensa

Lensa terletak langsung di belakang iris serta pupil. Lensa yang sehat biasanya terlihat jernih atau transparan dan memiliki bentuk oval. Lensa bertugas untuk membelokkan cahaya yang masuk dan mengarahkannya ke retina.

b. Rongga *Vitreous*

Rongga *vitreous* sering kali disebut sebagai badan jernih. Ruang ini membentang dari bagian belakang lensa hingga ke dinding belakang mata. Di dalam rongga *vitreous* terdapat cairan bening yang mirip gelatin yang dikenal sebagai cairan *vitreus*.

3. Bagian Belakang

Anatomi mata bagian belakang, merupakan bagian mata yang terdalam. Bagian ini tersusun dari tiga bagian yaitu retina, makula, dan saraf optik.

a. Retina

Menurut Wangko et al. (2013a) Retina adalah lapisan tipis neurosensoris di belakang mata yang berisi sel-sel fotoreseptor (batang dan kerucut), sel bipolar, ganglion, serta sel penyokong (Müller, glia) yang mengubah cahaya menjadi impuls listrik untuk pengolahan visual. Retina terbagi menjadi epitel pigmen dan bagian neural yang tersusun atas 10–11 lapisan,

di antaranya lapisan sel photoreseptor, pleksiform, sel ganglion, dan lapisan serabut saraf menuju saraf optik.

b. Makula

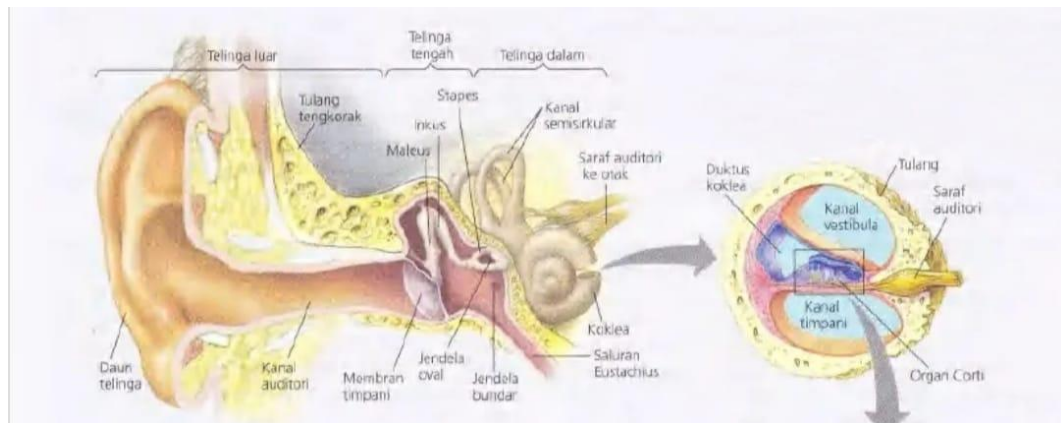
Menurut Wangko et al. (2013a) Makula (termasuk fovea) adalah area kecil di tengah retina yang kaya akan sel kerucut, bertanggung jawab atas penglihatan tajam dan warna. Fovea sentralis—bagian paling tengah makula—mengandung sel kerucut paling padat, sehingga memungkinkan visi terfokus dan detail tinggi.

c. Saraf optik

Saraf Optik (nervus opticus) merupakan jalur utama impuls visual, terdiri dari sekitar 1 juta akson sel ganglion retinal yang berasal dari papil (diskus optikus), melintasi empat segmen anatomi (intraokular, intraorbital, intrakanalikuler, intrakranial), lalu menuju ke kiasma optikus dan nukleus genikulatum lateral sebelum diteruskan ke korteks visual. Panjangnya sekitar 5 cm dan dilapisi mielin setelah melewati lamina kribrosa.

B. Telinga

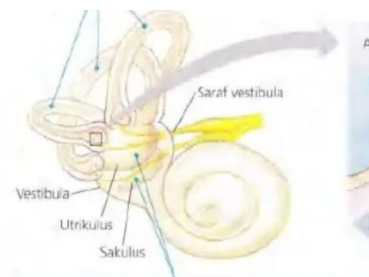
Menurut Rao et al. (2024) telinga adalah salah satu dari lima indra yang dimiliki manusia. Selain untuk mendengar suara, telinga juga berfungsi untuk menjaga keseimbangan tubuh, sehingga seseorang tidak mudah terjatuh saat melakukan berbagai gerakan. Telinga juga adalah organ pendengaran yang menangkap dan mengubah bunyi menjadi energi mekanis dan mengirimkannya ke otak agar dapat disadari dan dimengerti. Pada Gambar 2.5 mengilustrasikan sistem indra pendengaran tersusun dari tiga bagian utama: telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam, serta jalur saraf dan pusat pendengaran di otak.



Gambar 2.5. Anatomi Telinga

Sumber: (Lustiana & Kes, 2020)

Telinga luar terdiri dari daun telinga (pinna) dan lubang telinga. Daun telinga berfungsi untuk mengumpulkan gelombang suara dari lingkungan di sekitar dan mengantarkannya ke gendang telinga melalui lubang telinga. Sementara itu, daun telinga juga berperan sebagai saluran yang menghubungkan antara telinga bagian luar dan telinga bagian Tengah. dapat dilihat pada Gambar 2.5. mengilustrasikan anatomi telinga bagian luar.



Gambar 2.6. Organ Kestimbangan Pada Telinga Dalam

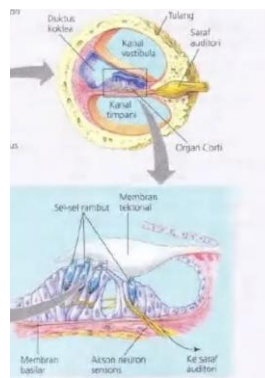
Sumber: (Campbell et al., 2010)

1. Telinga Tengah

Anatomi telinga bagian tengah terdiri dari dua bagian, yaitu osikel dan saluran eustacius. Osikel merupakan sekumpulan tulang yang berperan sebagai penyusun telinga bagian tengah. Bagian ini berfungsi sebagai perantara dalam penghantaran gelombang suara dari gendang telinga ke telinga dalam. Di dalam telinga tengah terdapat tiga tulang pendengaran, yaitu maleus (martil), incus

(landasan), dan stapes (sanggurdi), yang secara bersama-sama membentuk rantai osikel.

Tulang-tulang ini bekerja untuk memperkuat dan meneruskan getaran suara ke jendela oval (oval window). Selain itu, telinga tengah juga memiliki saluran eustachius, yang menghubungkan telinga tengah dengan faring dan berfungsi menyeimbangkan tekanan udara di kedua sisi gendang telinga agar tetap optimal dalam menerima getaran suara. Gangguan pada telinga tengah, seperti otitis media, dapat mengganggu proses pendengaran secara signifikan. Struktur anatomi telinga bagian Tengah secara detail dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Koklea

Sumber: (Campbell et al., 2010)

2. Telinga Dalam

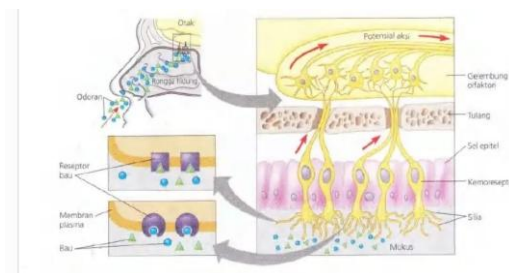
Pada bagian ini terdapat Koklea, Koklea adalah struktur berkelok seperti kerang siput di telinga bagian dalam yang berfungsi mengubah gelombang suara menjadi sinyal listrik yang dapat diinterpretasikan otak. Panjangnya sekitar 30 mm dengan $2\frac{3}{4}$ putaran mengelilingi modiolus, dan terbagi menjadi tiga saluran berisi cairan—scala vestibuli, scala media, dan scala tympani. Organ pendengaran utama, Organ of Corti, berada di scala media dan mengandung sel-sel rambut (hair cells): sel rambut luar memperkuat getaran mekanis melalui motilitasnya, sementara sel rambut dalam mentransduksi gelombang menjadi impuls saraf melalui stereokilia, yang kemudian diteruskan melalui saraf auditorius.

Mekanisme gelombang berjalan pada membran basilar memungkinkan pemisahan frekuensi; area pangkal merespons frekuensi tinggi, sementara

tengah hingga ujung merespons frekuensi rendah. Hilangnya sel rambut menyebabkan gangguan sensorineural seperti presbycusis.

C. Hidung

Menurut Al-Rawi (2017) hidung merupakan organ pada manusia yang berfungsi sebagai indra penciuman. Hidung merupakan organ luar tubuh yang berfungsi sebagai pintu masuk utama sistem pernapasan sekaligus organ penciuman. Menurut Vasković & Mytilinaios (Kenhub), hidung terdiri dari bagian eksternal (*bony-cartilaginous framework*) dan internal (rongga hidung), berperan dalam respirasi, olfaksi, produksi suara, dan pengecapan (*taste*) yang kuat dipengaruhi oleh indra penciuman. Struktur anatomi hidung secara detail dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Organ Hidung

Sumber: (Campbell et al., 2010)

Bagian-bagian Hidung terbagi menjadi 6 bagian.

1. Lubang Hidung (*Nares/Anterior nares*)

Merupakan pintu masuk udara ke dalam rongga hidung. Berfungsi sebagai saluran awal dalam proses pernapasan.

2. Rambut Hidung (*Vibrissae*)

Terletak di dalam lubang hidung. Berfungsi untuk menyaring debu dan partikel besar yang masuk bersama udara.

3. Silia (*Silia Nasal*)

Struktur seperti rambut halus yang terdapat di sel epitel saluran pernapasan. Berperan dalam menggerakkan lendir dan partikel ke arah tenggorokan agar dapat dikeluarkan atau ditelan.

4. Dinding Tengah Hidung (*Septum nasal*)

Memisahkan rongga hidung kanan dan kiri. Tersusun dari tulang dan tulang rawan.

5. Dinding Samping (*Lateral wall*)

Dinding bagian luar dari rongga hidung yang mengandung konka (tulang berlipat-lipat). Berperan dalam meningkatkan luas permukaan untuk menghangatkan dan melembapkan udara.

6. Sinus Paranasal

Rongga udara di tulang wajah yang terhubung dengan rongga hidung. Membantu meringankan berat tengkorak, menghasilkan mukus, dan memperkuat resonansi suara.

Susunan dari sistem Indra hidung:

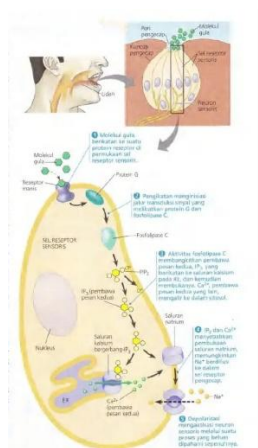
- a. Rongga hidung (*nasal cavity*) berfungsi untuk mengalirkan udara dari luar ke tenggorokan menuju paru paru. Rongga hidung ini di hubungkan dengan bagian belakang tenggorokan. Rongga hidung di pisahkan oleh langit-langit mulut kita yang di sebut dengan palate. Di rongga hidung bagian atas terdapat sel-sel reseptor atau ujung- ujung saraf pembau. Ujung-ujung saraf pembau ini timbul bersama dengan rambut-rambut halus pada selaput lendir yang berada di dalam rongga hidung bagian atas. dapat membau dengan baik.
- b. *Mucous membrane*, berfungsi menghangatkan udara dan melembabkannya. Bagian ini membuat mucus (lendir atau ingus) yang berguna untuk menangkap debu, bakteri, dan partikel-partikel kecil lainnya yang dapat merusak paru-paru.

Indra penciuman mendeteksi bahan yang mengeluarkan molekul-molekul di udara. Di sisi atas rongga hidung terdapat epitel olfaktori yang sangat peka terhadap molekul-molekul aroma, karena di bagian ini ada alat pendeteksi bau (reseptor bau). Jumlah reseptor ini sangat banyak, sekitar 10 juta. Ketika partikel bau tertangkap oleh reseptor, sinyal akan dikirim ke bulbus olfaktori melalui saraf olfaktori.

D. Lidah

Lidah adalah organ otot yang tertutup oleh selaput lendir dan berperan penting dalam proses mengunyah, menelan, berbicara, serta pengecapan rasa.

Permukaan atas lidah mengandung papila yang memiliki peran sensorik. Lidah adalah salah satu organ tubuh manusia yang sangat peka serta memiliki peran sebagai indra pengecap, alat untuk mengucapkan kata-kata, dan organ yang digunakan untuk menggerakkan makanan saat mengunyah. Terletak di dalam rongga mulut, lidah juga berfungsi sebagai pembersih gigi dan mulut secara alami. Lidah terdiri dari otot lurik, yaitu otot yang berperan dalam pergerakan. Selain otot lurik, lidah juga terdiri dari membran mukosa. Lidah terbagi menjadi bagian anterior dan posterior. Struktur anatomi lidah secara detail dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Organ Lidah

Sumber: (Campbell et al., 2010)

1. Bagian Interior

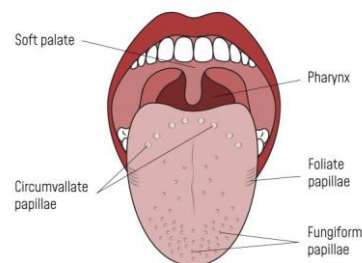
Bagian anterior adalah bagian yang terlihat dan terletak di depan. Dua pertiga bagian dari panjang lidah merupakan bagian anterior. Puncak anterior lidah berciri sempit dan tipis dan mengarah kedepan.

2. Bagian Anterior

Bagian posterior merupakan bagian lidah yang paling dekat dengan tenggorokan. Mengisi sepertiga bagian dari panjang keseluruhan lidah kita. Bagian posterior terhubung dengan tulang hyoid oleh otot-otot hyoglossi dan genioglossus, serta membran hyoglossal. Tulang hyoid disebut juga sebagai tulang lingual, berbentuk seperti sepatu kuda. Tulang ini pada umumnya bisa ditemukan pada mamalia dan memungkinkan lidah memiliki pergerakan yang

luas. Keberadaan tulang hyoid dan otot genioglossi membuat lidah bisa menjulur.

Permukaan lidah ditutupi dengan tonjolan-tonjolan (papila). Tonjolan ini dalam (Wangko et al., 2013b) dapat dikategorikan menjadi tiga bentuk: seperti benang, datar dikelilingi parit, dan berbentuk jamur. Kuncup pengecap terletak di parit papila datar, di sisi papila berbentuk jamur, dan di permukaan papila seperti benang. Struktur papila lidah secara detail dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Papila Lidah

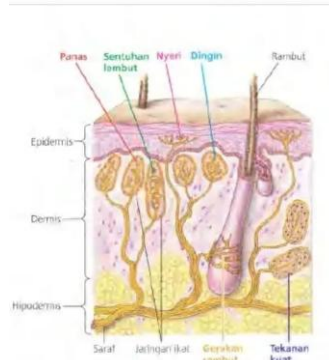
Sumber: (Maulidasari et.al., 2020)

- Papila filiformis, merupakan papila yang berada di dorsum linguae (punggung lidah) dan bentuknya serupa dengan benang halus.
- Papila sirkumvalata, merupakan papila yang berbentuk bulat dan tersusun membentuk huruf V dibagian belakang lidah.
- Papila fungiformis, merupakan papila yang berbentuk seperti jamur dan berada dibagian depan lidah.

E. Kulit

Menurut Kalangi Bagaian et al. (2013) kulit merupakan organ terbesar dalam tubuh manusia yang menutupi seluruh permukaan luar tubuh dan berfungsi sebagai pelindung utama terhadap lingkungan luar. Kulit memiliki berbagai fungsi, salah satunya adalah melindungi otot, tulang dan organ internal. Selain itu kulit juga berfungsi melindungi tubuh dari kuman, virus, hingga paparan zat kimia, memelihara keseimbangan cairan dan elektrolit, membantu sintesis vitamin D, dan menjaga suhu tubuh tetap stabil. Kulit terdiri dari tiga lapisan

utama: epidermis, dermis, dan hipodermis (subkutis). Struktur anatomi kulit secara detail dapat dilihat pada Gambar 2.11.

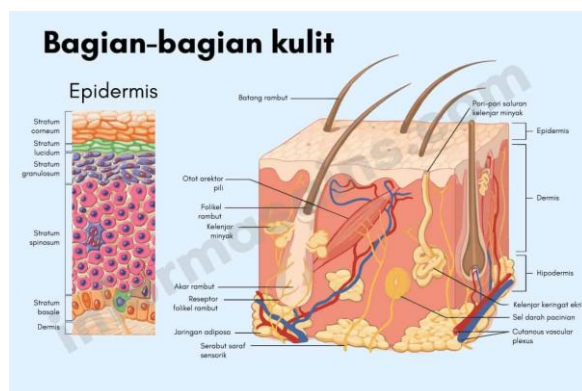


Gambar 2.11. Kulit

Sumber: (Campbell et al., 2010)

1. Epidermis

Epidermis adalah lapisan paling luar yang tersusun atas sel-sel epitel skuamosa berlapis, termasuk keratinosit yang menghasilkan keratin, protein penting untuk kekuatan dan perlindungan. Epidermis sendiri terdiri dari beberapa lapisan sel yang disebut stratum yaitu stratum korneum, stratum lusidum, stratum granulosum, stratum spinosum, dan stratum basale. Pada bagian epidermis juga terdapat sel langerhans yang berperan sebagai bagian dari sistem imunitas kulit, dan sel merkel yang berfungsi membuat kulit sensitif terhadap sentuhan. Bagian-bagian kulit secara detail dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12. Anatomi Epidermis

Sumber: (Maulidasari et.al., 2020)

- a. Stratum Korneum, lapisan ini terdiri dari sel tanduk keras yang terbentuk dari keratin. Lapisan terluar kulit ini berfungsi untuk menyerap air dan melindungi lapisan kulit yang lebih dalam.
- b. Stratum lusidum, merupakan lapisan tipis yang hanya terdapat pada kulit tebal di telapak tangan dan kaki. Lapisan ini berfungsi meredam gesekan antara lapisan epidermis.
- c. Stratum granulosum, merupakan lapisan ketiga dari epidermis, yang berfungsi untuk membentuk sel-sel pelindung kulit.
- d. Stratum spinosium, merupakan bagian epidermis yang berperan dalam menciptakan keratin, yaitu bahan pembentukan sel kulit, rambut, dan kuku.
- e. Stratum basale, merupakan lapisan di epidermis yang aktif membentuk sel kulit. Pada lapisan ini terdapat melanosit, yaitu sel pembentuk warna kulit atau pigmen yang berfungsi melindungi kulit dari radiasi.

2. Dermis

Menurut Gina Inggriyani (2018) lapisan dermis adalah lapisan tengah pada kulit yang terletak di bawah epidermis dan di atas hipodermis. Dermis terutama terdiri dari jaringan ikat padat tidak teratur, yang mengandung fibroblas, kolagen, serat elastin, serta matriks ekstraseluler seperti glikosaminoglikan, memberikan kekuatan mekanik dan elastisitas pada kulit. Dermis terbagi menjadi dua sub-lapisan: papilaris, yang lebih superfisial dan terdiri dari jaringan ikat longgar, kaya akan kapiler dan papila dermis yang meningkatkan area perlekatan dengan epidermis; serta retikularis, yang lebih dalam, lebih tebal, dan padat, mengandung folikel rambut, kelenjar keringat dan sebacea, saraf sensorik, serta pembuluh darah besar yang mendukung fungsi pertahanan dan sensorik kulit.

3. Hipodermis

Lapisan hipodermis, yang juga dikenal sebagai subkutis, merupakan lapisan terdalam dari kulit dan terletak di bawah dermis. Lapisan ini terdiri dari jaringan ikat longgar yang kaya akan sel lemak (adiposit), serat kolagen halus, elastin, serta pembuluh darah dan saraf yang lebih besar dibandingkan dermis.

Fungsi utamanya adalah sebagai cadangan energi, isolasi termal, dan bantalan pelindung terhadap benturan atau tekanan fisik. Hipodermis juga berperan dalam menghubungkan kulit ke jaringan di bawahnya, seperti otot atau tulang, melalui pita-pita kolagen dan serat ikat. Ketebalan dan distribusi jaringan adiposa di lapisan ini bervariasi, tergantung pada lokasi di tubuh, jenis kelamin, dan status nutrisi individu — misalnya, sangat tipis di kelopak mata dan penis, tapi bisa sangat tebal (hingga beberapa sentimeter) di daerah perut, paha, dan bokong.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini antara lain penelitian yang dilakukan oleh Ananda & Marsofiyati (2024) dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa gaya belajar visual berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap kemampuan berfikir siswa, baik secara parsial maupun simultan. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil kolerasi positif sebesar 0,685.

Selanjutnya penelitian yang relevan tentang adanya hubungan pendekatan pembelajaran *Visual Thinking Strategies* dengan berpikir kritis dilakukan oleh Haliwati Tias Anggraeni dengan hasil penelitian diperoleh hasil bahwa terdapat hubungan dan saling keterkaitan antara strategi berpikir visual (representasi visual thinking) dan kemampuan berpikir kritis. Adanya faktor tersebut meningkatkan keyakinan bahwa terdapat korelasi antara VTS dan Berpikir kritis Berdasarkan penelitian tersebut.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Diana dengan hasil penelitian tersebut dinyatakan bahwa adanya korelasi antara VTS dengan kemampuan berpikir kritis siswa ini, meskipun ditinjau dari gaya kognitif dan pada matematis. Secara pendekatan pembelajaran, sudah terbukti adanya korelasi antara dua hal tersebut.

Secara keseluruhan, rangkaian penelitian relevan tersebut memberikan landasan empiris yang kuat mengenai korelasi positif antara modalitas visual dengan kemampuan kognitif peserta didik. Konsistensi hasil penelitian dari Ananda & Marsofiyati (2024), Anggraeni, hingga Diana membuktikan bahwa pendekatan *Visual Thinking Strategies* (VTS) maupun gaya belajar berbasis visual memiliki

pengaruh signifikan dalam memicu ketajaman daya nalar dan keterampilan berpikir kritis siswa, baik dalam domain sains maupun disiplin ilmu lainnya. Fakta bahwa VTS mampu menjembatani representasi visual dengan kemampuan analisis logis memperkuat urgensi pemanfaatan strategi ini dalam proses pembelajaran. Berdasarkan simpulan temuan-temuan tersebut, penelitian ini berupaya mengembangkan inovasi lebih lanjut dengan mengintegrasikan potensi teknologi kecerdasan buatan untuk mengoptimalkan efektivitas VTS dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik secara lebih mendalam.

2.3 Kerangka Konseptual

Kemampuan berpikir kritis dalam penelitian ini diposisikan sebagai variabel terikat (*dependent variable*) yang menjadi muara dari proses pembelajaran. Berpikir kritis merupakan kecakapan kognitif yang mencakup kemampuan menganalisis, mengevaluasi, menafsirkan, dan menyimpulkan informasi secara logis serta reflektif. Dalam konteks pembelajaran Biologi, kompetensi ini menjadi sangat krusial, terutama untuk memahami hubungan kompleks antara struktur, fungsi, dan mekanisme fisiologis pada sistem indra manusia. Tanpa kemampuan berpikir kritis yang memadai, peserta didik hanya akan terjebak pada hafalan materi tanpa mampu mengonstruksi pemahaman yang mendalam mengenai fenomena biologis yang terjadi di tingkat seluler maupun sistemik.

Sebagai upaya untuk menstimulasi kemampuan tersebut, *Visual Thinking Strategies* (VTS) diterapkan sebagai variabel bebas utama (*independent variable*) dalam penelitian ini. VTS merupakan pendekatan pembelajaran berbasis diskusi yang secara spesifik menekankan pada proses observasi visual secara mendalam. Melalui pengajuan tiga pertanyaan terbuka yang khas, VTS memfasilitasi peserta didik untuk mengemukakan argumen berdasarkan bukti visual yang ditemukan (*evidence-based reasoning*). Strategi ini menggeser peran guru dari penyampai informasi menjadi fasilitator yang mendorong terciptanya dialektika di dalam kelas, sehingga peserta didik terlatih untuk berpikir lebih tajam melalui aktivitas pengamatan dan refleksi kolektif.

Implementasi VTS dalam penelitian ini diperkuat dengan penggunaan *Pictory Artificial Intelligence* (AI) sebagai media atau alat bantu instruksional.

Pictory AI berperan penting dalam mengatasi hambatan visualisasi pada materi sistem indra yang sering kali dianggap abstrak. Dengan memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan, platform ini mampu mentransformasikan narasi teks menjadi konten video dinamis yang lebih representatif, kontekstual, dan adaptif. Kehadiran media berbasis AI ini memastikan bahwa stimulus visual yang digunakan dalam strategi VTS memiliki kualitas tinggi dan mampu menggambarkan dinamika mekanisme fisiologis secara akurat, sehingga mempermudah peserta didik dalam melakukan analisis visual.

Hubungan sebab-akibat antarvariabel ini menciptakan sebuah ekosistem pembelajaran yang integratif. Penerapan pendekatan VTS berbantuan *Pictory AI* pada materi sistem indra manusia menghasilkan lingkungan belajar yang kaya akan stimulus visual serta bersifat dialogis. Proses kognitif tingkat tinggi peserta didik ditantang ketika mereka harus menghubungkan visualisasi dinamis dari AI dengan logika berpikir kritis melalui diskusi VTS. Sinergi ini memungkinkan terjadinya proses pembelajaran yang tidak hanya informatif, tetapi juga transformatif dalam mengasah ketajaman daya nalar peserta didik.

Secara sistematis, alur hubungan antarvariabel dalam penelitian ini dapat dirumuskan pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual ini menjadi landasan fundamental dalam penyusunan hipotesis penelitian, sekaligus menjadi kompas dalam pemilihan instrumen penelitian serta teknik analisis data yang akan digunakan untuk mengukur efektivitas intervensi yang dilakukan.

2.4 Hipotesis

Ho : Tidak ada pengaruh antara *Visual Thinking Strategies* dengan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran Biologi konsep materi sistem Indra di SMAN 7 Tasikmalaya tahun ajaran 2024/2025.

Ha : Ada pengaruh antara *Visual Thinking Strategies* dengan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran Biologi konsep materi sistem Indra di SMAN 7 Tasikmalaya tahun ajaran 2024/2025.