

BAB II

TINJAUAN TEORITIS

A. Konsep *Digital Eye Strain*

1. Definisi

Digital Eye Strain digital atau asthenopia merupakan kondisi kelelahan dan ketegangan pada otot dan jaringan mata sebagai akibat aktivitas penglihatan yang berlangsung lama, terutama saat menggunakan perangkat digital seperti komputer, smartphone, dan tablet (Musdalifa, 2022). Kondisi ini sering dikaitkan dengan gejala mata perih, kering, berair, penglihatan kabur, sakit kepala, dan sensitivitas cahaya, yang dipengaruhi oleh faktor seperti pencahayaan yang buruk, silau layar, jarak dan posisi pandang yang tidak tepat, postur buruk, gangguan refraksi yang belum teratasi, serta frekuensi kedipan yang menurun drastis saat fokus pada layar (Nurrahmawati, 2022; Manik & Wahyuningsih, 2022). Gejala yang umum ditemui meliputi penglihatan kabur, sensasi panas pada mata, mata berair, sakit kepala, serta rasa kering pada mata (Chen et al., 2024).

Menurut World Health Organization (2021), lonjakan penggunaan perangkat digital di seluruh dunia turut menyebabkan berbagai masalah kesehatan mata, seperti kelelahan mata (*eye strain*), mata kering, serta gangguan penglihatan sementara karena paparan layar yang lama. WHO juga menyoroti bahwa penggunaan layar secara terus-menerus tanpa jeda yang memadai dapat memperbesar risiko gangguan visual, khususnya pada kelompok usia produktif (Muhammad et al., 2025). Menurut Kaur et al. (2022), *Digital Eye Strain* merupakan kondisi yang meliputi beragam gejala okular dan visual yang timbul akibat penggunaan perangkat digital secara lama, seperti mata kering, perih, berair, penglihatan buram, serta sakit kepala.

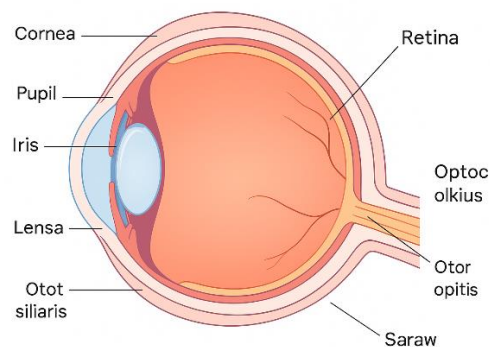
Pucker et al. (2024) juga menyatakan bahwa *Digital Eye Strain* adalah gangguan mata yang terkait dengan penggunaan layar digital secara berkelanjutan, serta menjadi isu kesehatan yang semakin menonjol di era modern.

Menurut Humairah et al. (2024) menemukan bahwa 86,4% mahasiswa melaporkan gejala kelelahan mata setelah menggunakan gadget lebih dari enam jam sehari. 63,6% mahasiswa berusia 18–24 tahun mengalami kelelahan mata akibat durasi penggunaan smartphone dan laptop yang berlebihan. Termasuk berbagai kegiatan dapat dilakukan dengan lebih mudah melalui penggunaa gadget, mulai dari membaca, mencari infomasi belajar, hingga menunjang produktivitas lainnya (Rohmawati, 2024).

2. Anatomi

Mata berperan sebagai organ penglihatan yang menangkap stimulus cahaya, kemudian mengubahnya menjadi sinyal listrik yang akan diterjemahkan oleh otak menjadi gambaran visual. Mata terbentuk dari berbagai komponen utama yang berkolaborasi agar proses penglihatan berjalan dengan baik

Dari segi anatomi, mata mencakup:



- Kornea, yakni lapisan bening di depan bola mata yang bertugas memfokuskan cahaya masuk ke dalam mata
- Pupil, berupa bukaan di tengah iris yang mengontrol intensitas cahaya yang masuk.

- c. Iris, yang mengatur diameter pupil dan memberikan warna pada mata.
- d. Lensa, yang berfungsi memfokuskan cahaya ke retina untuk menghasilkan citra yang tajam.
- e. Retina, lapisan terdalam yang memiliki sel fotoreseptor (sel batang dan kerucut) untuk mendeteksi cahaya dan warna
- f. Saraf optikus, yang mengirimkan sinyal saraf dari retina ke otak untuk diartikan sebagai gambar
- g. Otot siliaris dan ekstraokular, yang membantu penyesuaian mata saat memandang objek dekat atau jauh.

Secara fisiologis, proses penglihatan bermula ketika cahaya masuk melalui kornea dan pupil, kemudian diarahkan oleh lensa ke retina. Di retina, cahaya dikonversi menjadi sinyal listrik melalui mekanisme fototransduksi yang dilakukan oleh sel batang dan sel kerucut. Sinyal tersebut kemudian disampaikan ke otak melalui saraf optikus, lalu ditafsirkan oleh korteks visual menjadi citra yang dapat dikenali (Guyton & Hall, 2023).

3. Etiologi

Kelelahan mata yang disebabkan oleh penggunaan digital, atau yang dikenal sebagai *Digital Eye Strain* (DES), timbul dari pemakaian perangkat digital secara berlebihan, terutama saat melihat dalam jarak dekat selama periode panjang tanpa jeda istirahat (Putra et al., 2025). Beberapa penyebab utama meliputi:

- a. Lamanya Waktu Penggunaan Layar Tanpa Jeda
Melihat layar secara berkelanjutan selama lebih dari dua jam dapat menyebabkan ketegangan pada otot mata
- b. Paparan Cahaya Biru
Perangkat elektronik memancarkan cahaya biru dengan energi tinggi yang mampu menembus retina dan memicu stres oksidatif pada sel-sel retina (Liang et al., 2022).

c. Pencahayaan Ruangan yang Tidak Tepat

Cahaya yang terlalu kuat atau terlalu gelap di sekitar dapat memperburuk kelelahan penglihatan.

d. Posisi Tubuh dan Jarak Pandang yang Salah

Jarak pandang yang terlalu pendek (di bawah 40 cm) dapat menambah beban penyesuaian mata.

e. Penurunan Frekuensi Kedipan Mata

Saat fokus pada layar, orang cenderung berkedip lebih jarang, sehingga mata menjadi kering dan iritasi (Brilianti et al., 2024).

4. Patofisiologi

Paparan berlebihan terhadap layar digital menyebabkan otot siliaris terus-menerus berkontraksi agar fokus mata tetap pada objek dekat, yang menimbulkan spasme akomodasi dan gangguan aliran darah di area periorbital. Selain itu, paparan cahaya biru dari layar meningkatkan radikal bebas (ROS) yang menyebabkan stres oksidatif pada sel retina, berisiko merusak jaringan retina (Liang et al., 2022). Penurunan frekuensi berkedip saat menggunakan layar digital menyebabkan lapisan air mata menguap lebih cepat, sehingga mata mengalami kekeringan dan menimbulkan iritasi. Kelelahan otot siliaris yang dikombinasikan dengan kekeringan pada permukaan kornea ini menimbulkan gejala khas seperti pandangan kabur, rasa nyeri, dan sensasi terbakar pada mata. Jika kondisi tersebut tidak segera diatasi, dapat berkembang menjadi gangguan akomodasi yang bersifat kronik serta penurunan ketajaman penglihatan (Chen et al., 2024).

5. Manifestasi Klinis

Tanda dan gejala kelelahan mata digital (*Digital Eye Strain*) dapat berupa:

- a. Penglihatan yang buram atau terlihat ganda
- b. Mata yang terasa kering, panas, atau berair.
- c. Sakit kepala, khususnya di area dahi dan pelipis
- d. Sakit kepala, khususnya di area dahi dan pelipis
- e. Perasaan berat pada kelopak mata

- f. Nyeri di sekitar mata ketika berkedip
- g. Konjungtiva yang memerah
- h. Kesulitan mengalihkan fokus dari jarak dekat ke jauh setelah lama menggunakan layar (Talens-Estarellles et al., 2023; Chen et al., 2024).

6. Klasifikasi

Berdasarkan American Optometric Association (2023), kelelahan mata dapat dibedakan menjadi dua kategori utama:

- a. Kelelahan Mata Akomodatif: Disebabkan oleh kerja berlebihan otot siliaris karena fokus pada objek dekat dalam jangka waktu yang panjang.
- b. Kelelahan Mata Okular (*Visual Strain*): Disebabkan oleh pencahayaan yang kurang baik, silau, atau penggunaan perangkat digital yang berlebihan.

7. Komplikasi

Jika tidak ditangani, kelelahan mata digital dapat menyebabkan:

- a. Gangguan penglihatan kronis seperti spasme akomodasi.
- b. Penurunan ketajaman visual sementara (*transient blur*).
- c. Meningkatnya risiko miopia progresif (gangguan penglihatan jarak jauh)
- d. Nyeri kepala kronis dan gangguan tidur akibat paparan cahaya biru.
- e. Penurunan produktivitas akademik dan kualitas hidup (Syahputra, 2022; Chen et al., 2024).

8. Penatalaksanaan

Penatalaksanaan kelelahan mata dapat dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu non-farmakologis dan farmakologis:

a. Farmakologis

- 1) Obat Tetes Mata (*Artificial Tears*): Untuk melembapkan mata kering dan mengurangi iritasi yang sering menyertai kelelahan mata digital.

- 2) Dekongestan Mata: Mengurangi kemerahan mata dengan mengecilkan pembuluh darah, namun penggunaannya harus hati-hati dan sesuai anjuran.
- 3) Vitamin dan Suplemen Mata: Suplemen yang mengandung lutein, zeaxanthin, vitamin A, C, dan E membantu memperkuat jaringan mata dan melindungi dari kerusakan akibat paparan cahaya biru.
- 4) Obat Anti-inflamasi atau Antihistamin: Jika terdapat iritasi atau reaksi alergi yang memperberat kelelahan mata, dapat digunakan sesuai resep dokter.

b. Non-Farmakologis:

- 1) Aturan 20-20-20: Setiap 20 menit menatap layar, ambil jeda selama 20 detik, dan arahkan pandangan ke objek yang berjarak sekitar 20 kaki.
- 2) Latihan Mata: Lakukan gerakan seperti memutar bola mata, mengalihkan fokus antara objek jauh dan dekat, serta relaksasi otot mata.
- 3) Penyesuaian Pencahayaan dan Posisi: Atur kecerahan layar dan pastikan posisi pandangan sejajar dengan mata.
- 4) Penggunaan Filter Cahaya Biru: Aktifkan filter cahaya biru atau mode malam pada perangkat gadget.
- 5) Pemeliharaan Kelembapan dan Istirahat: Jaga kelembapan ruangan dan pastikan mendapatkan istirahat yang memadai
- 6) Konsultasi dan Edukasi: Pemahaman dan pendidikan tentang pencegahan kelelahan mata dan cara pemakaian gadget yang sehat.

9. Pengukuran *Digital Eye Strain*

Pengukuran *Digital Eye Strain* dalam penelitian terbaru sering dilakukan menggunakan instrumen kuesioner subjektif dan pemeriksaan objektif. Salah satu kuesioner yang banyak digunakan adalah *Digital Eye Strain Questionnaire* (DES-Q) yang terdiri dari 16 item gejala dengan skala frekuensi dan intensitas untuk mendapatkan skor total kelelahan mata (Suryani, 2025). Selain itu, *Visual Fatigue Index* (VFI) juga

digunakan untuk mengukur tingkat kelelahan berdasarkan keluhan subjektif seperti mata kering, kabur, dan rasa sakit (Anggraini, 2025). Pengukuran objektif dapat menggunakan metode *Critical Flicker-Fusion Frequency* (CFF) dan *eye tracking* untuk menilai fungsi akomodasi dan pola kedipan mata sebagai indikator fisiologis kelelahan mata (Putri & Mulyono, 2023).

a. Pengukuran Subjektif

1) Kuesioner Ketegangan Mata Digital (DES-Q)

Metode pengukuran: Peserta menjawab 16 pertanyaan tentang gejala kelelahan mata (seperti mata kering, perih, buram, sakit kepala, pegal, atau kesulitan berkonsentrasi) dengan skala frekuensi/keparahan: 0 = Tidak pernah, 1= Kadang-kadang, 2= Sering, 3= Selalu. Instrumen Pengukuran: Kuesioner DES-Q Hasil Pengukuran: Setiap pertanyaan diberi nilai 0–3 Total nilai DES-Q: 0–48 (16 pertanyaan $\times$ 3) Penafsiran: 0–10 = Kelelahan ringan, 11–24 = Kelelahan sedang, 25–48 = Kelelahan berat (Marta et al., 2024).

B. Konsep *Eye Exercise*

1. Definisi *Eye Exercise*

Latihan mata adalah serangkaian gerakan terstruktur yang dilakukan untuk meningkatkan fleksibilitas dan kekuatan otot-otot mata serta memperbaiki fungsi akomodasi mata. Tujuan utama latihan ini adalah mengurangi ketegangan dan kelelahan yang disebabkan oleh penggunaan berlebihan perangkat digital seperti komputer, smartphone, dan tablet. Latihan mata dapat membantu memperlancar sirkulasi darah di sekitar mata, meningkatkan frekuensi kedipan, dan memelihara kelembapan mata sehingga mencegah gejala kelelahan seperti mata kering, penglihatan kabur, dan nyeri kepala (Kannappan et al., 2024).

Selain itu, berdasarkan penelitian Maiti dan Sreenivasan pada tahun (2025), melakukan latihan mata selama 10 menit setiap hari dapat secara signifikan mengurangi tingkat kelelahan mata pada orang yang sering

menggunakan gadget, karena aktivitas ini meningkatkan kelenturan otot ekstraokular dan memperbaiki kemampuan akomodasi mata. Temuan serupa juga didukung oleh penelitian Kannappan dkk. (2024), yang menguji keefektifan latihan seperti fokus bergantian antara jarak dekat dan jauh, gerakan memutar bola mata, serta relaksasi kelopak mata dalam menurunkan skor *Digital Eye Strain* (DES) pada mahasiswa keperawatan (Yanto et al., 2020).

Latihan mata juga terbukti efektif untuk mengatasi gejala seperti sakit kepala, rasa panas dan kering di mata, serta masalah konsentrasi. Penelitian (Tikawidya 2024) menunjukkan bahwa latihan visual sederhana, seperti memutar mata, menutup mata dengan telapak tangan, dan berkedip, dapat merangsang saraf parasimpatis sehingga membuat mata lebih tenang setelah penggunaan layar yang lama. Pada kelompok remaja dan orang dewasa muda, Widyawati pada tahun (2025) menemukan bahwa latihan mata mampu mengurangi masalah akomodasi dan meningkatkan ketajaman penglihatan saat belajar secara daring. Hasil ini selaras dengan penelitian (Putri dan Mulyono pada tahun 2023), yang menegaskan bahwa latihan mata dapat memperbaiki kontrol akomodasi dan mengurangi ketegangan otot mata setelah terpapar layar komputer lebih dari 4 jam. Dalam hal pencegahan, (Syahputra *et al.* pada tahun 2022) menyoroti bahwa latihan mata merupakan pendekatan yang sederhana, terjangkau, dan bisa dilakukan di mana saja, sehingga sangat cocok untuk mahasiswa yang sering menggunakan gadget (Ciputra et al., 2025). Latihan ini juga disarankan sebagai komponen dari protokol kesehatan mata modern untuk mencegah DES.

2. Standar Operasional Prosedur *Eye Exercise*

Menurut Kannappan *et al.* (Kannappan et al., 2024) dalam *Journal of Ophthalmic Nursing* secara spesifik mengkaji efektivitas latihan mata dengan prosedur yang mencakup gerakan bola mata, latihan fokus dekat-jauh, dan relaksasi kelopak sebagai langkah pengendalian *Digital Eye Strain* (DES). Prosedur pelaksanaan latihan mata yaitu:

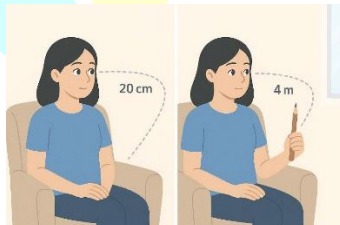
- a. Posisikan tubuh dengan nyaman dan rileks di tempat yang memiliki pencahayaan memadai.



- b. Lakukan gerakan bola mata secara perlahan ke arah kanan, kiri, atas, dan bawah sebanyak 5 hingga 10 kali.



- c. Lakukan latihan fokus dengan bergantian memandang objek yang berada pada jarak dekat sekitar 20 cm selama 10 hingga 15 detik, lalu alihkan pandangan ke objek yang terletak lebih dari 4 meter selama waktu yang sama. Siklus ini diulang minimal sebanyak 5 kali.

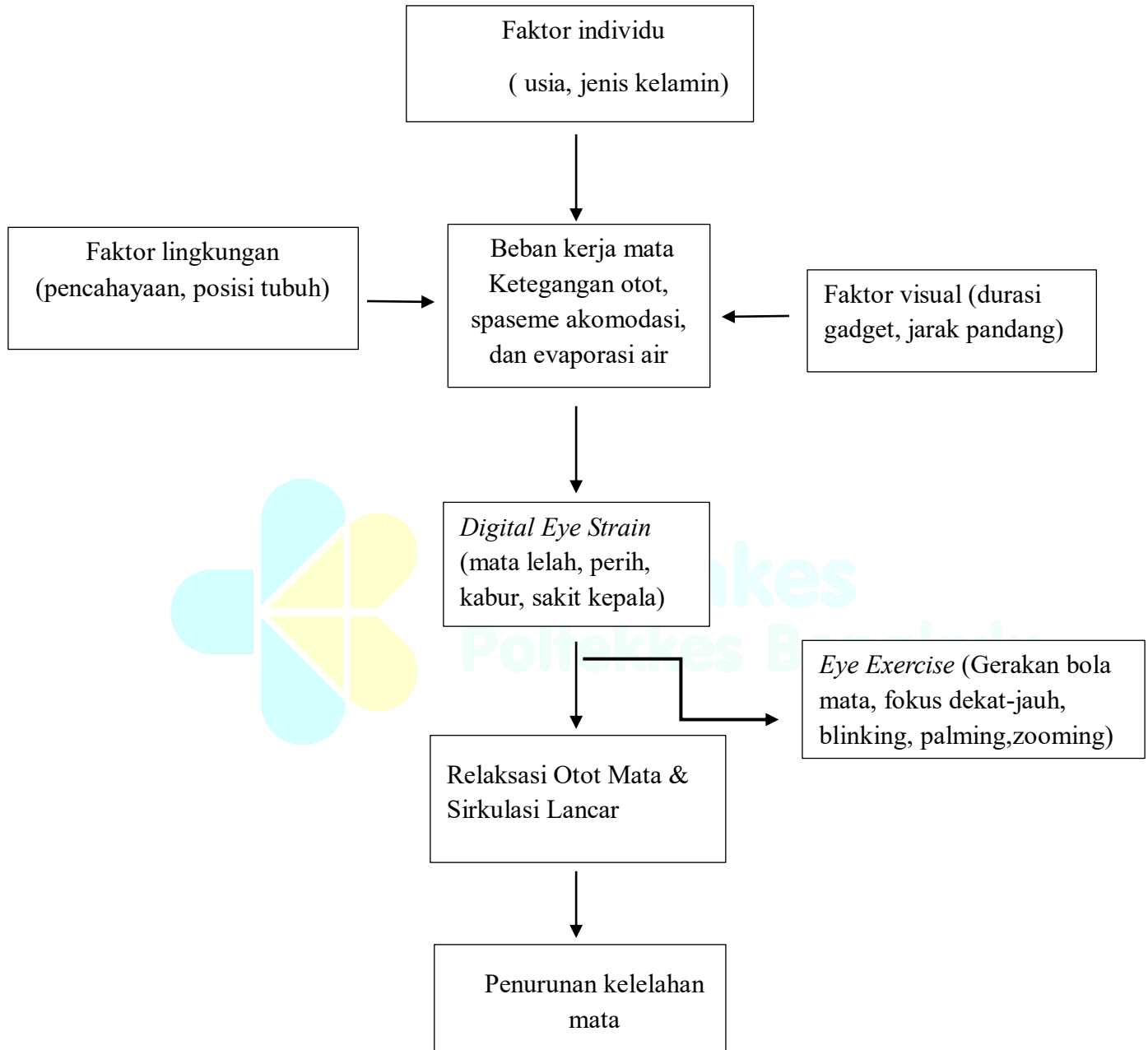


- d. Tutup mata dan berikan tekanan lembut pada kelopak dengan ujung jari selama kira-kira 10 detik untuk merelaksasi otot-otot mata.



- e. Latihan ini disarankan untuk dilakukan 1 hingga 2 kali dalam sehari, terutama saat setelah intensitas penggunaan perangkat digital yang cukup lama.

C. Kerangka Teori



Bagan 2. 1 Kerangka Teori

Sumber: Talens-Estarelles, *et al* (2023)

Pengertian dari bagan yang diatas mengindikasikan bahwa *Digital Eye Strain (DES)* atau kelelahan mata adalah kondisi multifaktorial yang dipengaruhi oleh interaksi faktor individu, lingkungan, dan visual. Faktor individu mencakup usia, jenis kelamin, pola penggunaan gadget, serta pengetahuan tentang kesehatan mata. Faktor lingkungan meliputi pencahayaan ruangan, postur tubuh saat memakai perangkat digital, dan jarak pandang ke layar. Sedangkan faktor visual berkaitan dengan durasi penggunaan perangkat digital, tingkat fokus pada layar, serta penurunan frekuensi berkedip selama aktivitas visual yang panjang (Kaur et al., 2022; Rosenfield, 2020). Paparan faktor-faktor tersebut membebani sistem visual, khususnya otot akomodasi (otot siliaris) yang bekerja tanpa henti untuk mempertahankan fokus jarak dekat. Di samping itu, berkurangnya frekuensi berkedip ketika menatap layar digital mengganggu kestabilan lapisan air mata (tear film), sehingga memicu gejala seperti mata kering, perih, penglihatan kabur, serta sakit kepala. Akhirnya, kondisi ini menyebabkan *Digital Eye Strain (DES)* (Mohan et al., 2021; Agarwal et al., 2022; Logaraj et al., 2020). Dalam bagan diatas latihan mata (*eye exercise*) diposisikan sebagai variabel intervensi utama yang efektif dalam mengurangi tingkat kelelahan mata. Latihan tersebut bekerja melalui mekanisme relaksasi otot siliaris dan otot ekstraokular, peningkatan fleksibilitas akomodasi, serta stimulasi frekuensi berkedip guna menjaga kestabilan tear film. Oleh karenanya, latihan mata tidak hanya mengurangi gejala secara subjektif, melainkan juga memperbaiki fungsi fisiologis sistem visual (Gupta et al., 2020; Iqbal et al., 2021). Selain itu *Eye Exercise* turut meningkatkan sirkulasi darah di sekitar mata, sehingga mendukung pemulihan kelelahan visual. Intervensi ini bersifat aktif karena memicu adaptasi fisiologis, berbeda dari intervensi pasif seperti istirahat mata semata. Karenanya, latihan mata dianggap sebagai strategi efektif untuk pencegahan dan penanganan *Digital Eye Strain*, terutama bagi mahasiswa dengan penggunaan perangkat digital yang intensif (Kannappan et al., 2024). Dengan demikian kerangka teori ini menegaskan bahwa semakin tinggi paparan faktor risiko, semakin besar risiko kelelahan mata. Namun, melalui intervensi latihan mata (*eye exercise*), tingkat kelelahan mata

dapat ditekan, sehingga meningkatkan kenyamanan visual dan produktivitas individu.

