

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

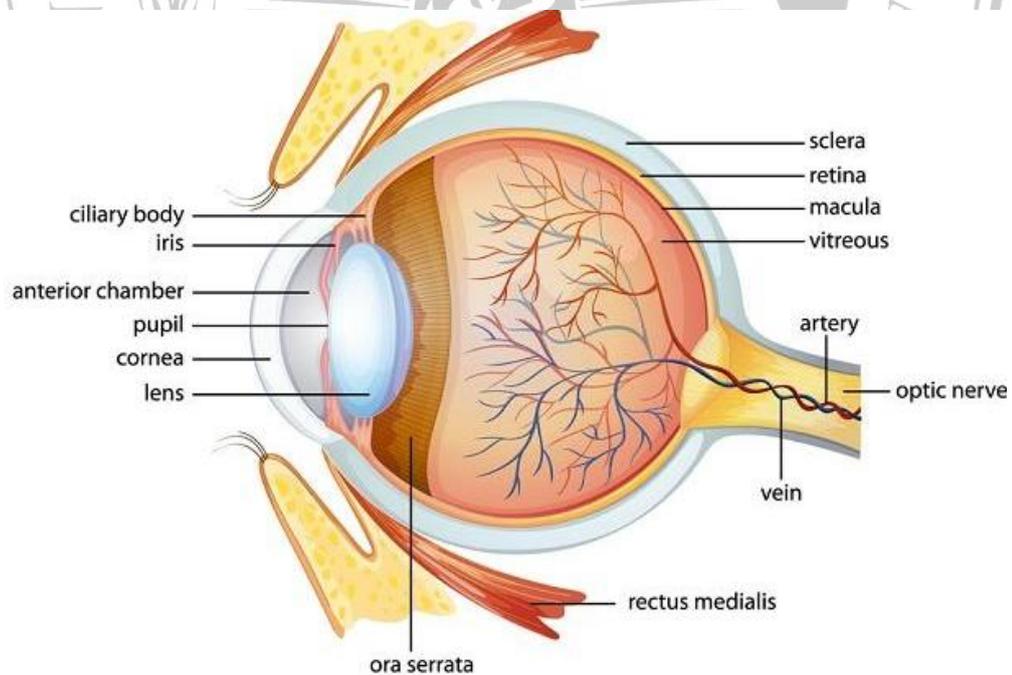
2.1 Anatomi Mata

Mata merupakan organ penglihatan yang terletak pada fossa orbita. Bagian luar anterior mata terdapat kelopak mata yang melindungi bola mata yang disebut palpebra. Palpebra terbagi menjadi dua bagian, yaitu palpebra superior dan palpebra inferior. Palpebra terdiri dari beberapa lapisan, yaitu kulit, jaringan subkutan, otot protaktor, septum orbital, lemak, otot retraktor, tarsus dan konjungtiva. Palpebra dipersarafi oleh saraf supraorbital, saraf supratroklear, saraf infratroklear, saraf lakrimal dari saraf oftalmikus, dan saraf infraorbital dari saraf maksillaris. Otot *orbicularis* okuli dipersarafi oleh N. VII (wajah) dan otot *levator palpebrae superioris* dipersarafi oleh N. III (saraf okulomotor) (Wayne & M, t.t., 2015).

Struktur utama mata terdiri dari sklera, kornea, iris dan pupil. Kornea adalah jaringan melingkar transparan dan tidak mempunyai pembuluh darah yang berfungsi sebagai organ refraksi kuat yang mampu membelokkan cahaya yang masuk ke mata. Sklera adalah pembungkus bola mata, kuat tetapi elastis dan dalam keadaan normal berwarna putih, dan melapisi bola mata dari kornea di anterior ke saraf optik di posterior (Sitorus dkk., 2017).

Iris terletak di bagian anterior yang berfungsi mengatur jumlah cahaya yang bisa masuk dengan mengubah ukuran pupil, ketika midriasis, iris terlihat banyak tonjolan seperti rigi dan lipatan yang terlihat, sedangkan selama miosis iris tampak lebih datar. Iris membagi segmen anterior menjadi dua bagian yaitu bilik mata depan dan belakang (Sitorus dkk., 2017).

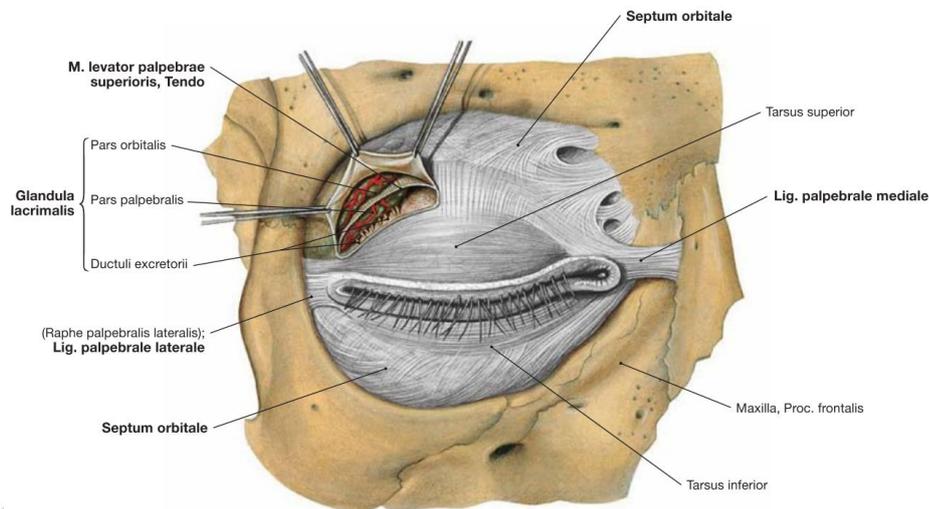
Bagian dalam mata terdiri dari dua kelompok otot yaitu ekstrinsik dan intrinsik. Otot ekstrinsik terdiri dari otot levator palpebra yang berfungsi untuk elevasi *musculus* palpebra superior, *musculus* rectus superior yang berfungsi untuk elevasi, adduksi, rotasi medial bulbus okuli. *Musculus* rektus inferior berfungsi untuk depresi, adduksi, rotasi lateral bulbus okuli. *Musculus* rectus medialis berfungsi untuk adduksi bulbus oculi, *musculus* rektus lateral yang dipersarafi oleh N.VI berfungsi untuk abduksi bulbus okular, *musculus* oblique inferior berfungsi untuk elevasi, abduksi, rotasi lateral bulbus okular, dan *musculus* oblique superior yang dipersarafi oleh N.IV berfungsi untuk depresi, abduksi, rotasi medial bola mata. Otot lain kecuali otot rektus lateral dan otot rektus oblik superior dipersarafi oleh N.III (Joyce C dkk, 2023).



(Sumber : H. Netter 2016)

Gambar 1.1
Anatomi Mata

2.2 Sistem Drainase Air Mata dalam Penggunaan Ponsel Pintar



(Paulsen, F. 2003)

Gambar 2.1
Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem

Saat mata menatap layar ponsel pintar terus menerus mata akan terasa kering kemudian terasa perih, secara refleks akan menutup mata. Kedipan mata ini membantu menyebarkan air mata yang dihasilkan oleh kelenjar lakrimal untuk melumasi atau membersihkan mata bagian anterior. Cairan ini mengalir dari atas permukaan anterior mata dan keluar melalui pungtum lakrimal kemudian ke kanalikuli lakrimalis selanjutnya sakus lakrimalis dan berakhir di duktus nasolakrimal yang mengarah ke rongga hidung. Saat kita menangis, sistem drainase tidak dapat mengatasi produksi air mata yang berlebihan sehingga air mata meluap.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Touma dkk (2020), berkurangnya tingkat kedipan mata dan kedipan yang tidak lengkap terdapat korelasi dengan peningkatan gejala ketegangan mata dan kekeringan. Hal tersebut dikatakan dapat mengurangi ketebalan lapisan lipid yang menutupi permukaan okular, yang

menyebabkan peningkatan penguapan lapisan air mata, yang menyebabkan saat mata berkedip masih membutuhkan pelumas yang banyak.

2.3 Digital Eye Strain (DES)

2.3.1 Epidemiologi DES

Berdasarkan hasil penelitian Council (2016), yang mencakup mengenai tanggapan survei lebih dari 10.000 orang dewasa AS, Prevalensi gejala yang dilaporkan secara keseluruhan sebesar 65%, dengan wanita lebih sering terkena daripada pria. DES dilaporkan lebih sering oleh individu yang menggunakan dua atau lebih perangkat secara bersamaan, dibandingkan dengan mereka yang hanya menggunakan satu perangkat pada satu waktu, dengan prevalensi masing-masing 75% dan 53%. Penelitian yang dilakukan oleh Bhatnagar dkk., (2024), didapatkan 92% dari 83 mahasiswa kedokteran di Amerika Serikat mengalami CVS. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Gadain dkk., (2023) menyatakan bahwa tingkat prevalensi CVS yang tinggi sebesar 90,5% pada mahasiswa kedokteran di Pakistan. Pada pemakai lensa kontak lebih mungkin terpengaruh daripada yang tidak memakai, dengan prevalensi masing-masing 65% dan 50% (Sheppard & Wolffsohn, 2018).

Berdasarkan data dari *World Health Organization* (2007), sekitar 135 juta penduduk dunia mengalami kelelahan mata. Dari jumlah itu, 90% terdapat pada negara berkembang dan sepertiganya berada di Asia Tenggara. Menurut Handoko dkk., (2021), penelitian mengenai DES di Indonesia masih tergolong kurang.

2.3.2 Definisi DES

DES merupakan kumpulan dari gejala visual dan okuler yang timbul karena penggunaan perangkat elektronik digital yang lama. DES dapat disebut juga dengan astenopia okular sekunder yang diakibatkan dari perangkat lunak, *computer vision syndrome* (CVS), ketegangan mata setelah menggunakan ponsel pintar atau komputer, dan kelelahan visual (Kaur dkk., 2022).

2.3.3 Gejala DES

Pada penderita DES gejala yang sering dialami adalah penglihatan terasa kabur, mata terasa tidak nyaman (terasa gatal, berair, tegang, kering, dan kemerahan) (Kaur dkk., 2022). Secara garis besar, gejala ini dapat digolongkan menjadi tiga kategori sebagai berikut.

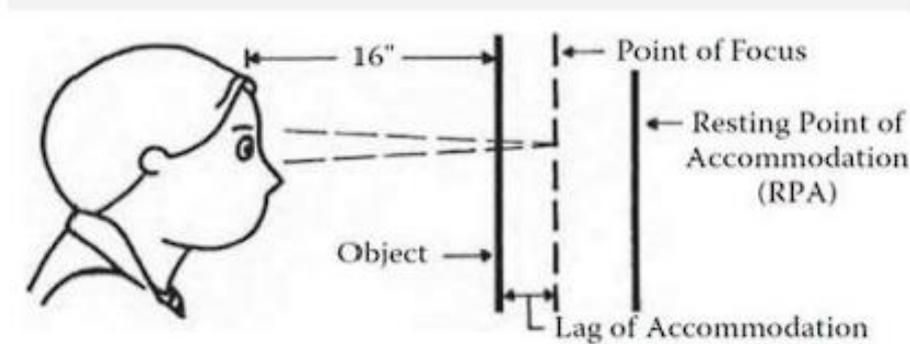
- a. Gejala terkait permukaan mata, merupakan berkurangnya kedipan yang menyebabkan mata terasa kering. Gejala ini biasanya mata akan terasa kering, iritasi, tegang, mudah lelah, dan sensitif terhadap cahaya terang.
- b. Gejala pada akomodasi. Hal ini disebabkan dari mata bekerja berlebihan. Gejala ini biasanya terasa kabur pada penglihatan jauh maupun dekat setelah menggunakan ponsel pintar dan kesulitan untuk memfokuskan kembali.
- c. Gejala ekstra okular merupakan gejala muskuloskeletal yang dapat mengganggu aktivitas sehari-hari. Gejala ini seperti sakit kepala, sakit punggung, dan nyeri leher (Kaur dkk., 2022).

2.3.4 Patofisiologi DES

Mekanisme pemfokusan mata pada manusia tidak sama antara melihat tulisan cetak dengan media layar (tampilan visual). Perbedaan tersebut memiliki banyak perbedaan seperti dalam hal jarak pandang, tingkat kedipan, kebutuhan akomodasi (pelebaran palpebra saat membaca), sudut pandang, dan tampilan teks (Ciputra, 2022).

Pada tampilan media cetak terlihat jelas sedangkan pada media visual (*visual display terminal* / VDT) terdiri dari piksel yang berupa pancaran elektronik mengenai lapisan fosfor pada permukaan belakang layar. Pada saat melihat media visual terdapat titik yang disebut fokus gelap (*dark focus*). Fokus gelap merupakan sebuah sistem pemfokusan pada karakter piksel, hal ini disebabkan karena setiap piksel cerah di bagian tengah dan di bagian pinggir mengalami penurunan kecerahan yang menyebabkan mata manusia tidak dapat mempertahankan atau kesulitan untuk memfokuskan pada karakter piksel. Kegagalan mata untuk mempertahankan fokus akan menyebabkan mata berelaksasi ke titik istirahat *resting point of accommodation* (RPA) sekitar 67 cm. Kemudian, mata akan kembali berusaha untuk memfokuskan pada piksel sehingga keadaan menjadi dinamis akomodasinya. Semakin banyak jumlah pikselnya maka akan semakin tajam dan jelas tampilan visualnya. Batas karakter yang tidak tegas atau karakter visual buram menyebabkan kurangnya rangsangan untuk melakukan akomodasi yang menyebabkan tertinggalnya akomodasi. *Computer vision syndrome* (CVS) merupakan gejala akomodatif yang disebabkan karena kegiatan dari badan siliaris

untuk memfokuskan kembali yang berulang-ulang dan ketertinggalan akomodasi ini menyebabkan gejala okular (Ciputra, 2022).



(Alemayahu, 2019)

Gambar 2.2
Mekanisme Pemfokusan pada Layar Digital

Pada Sebagian besar layer digital memancarkan cahaya biru yang dapat mempengaruhi patofisiologi CVS. Cahaya ini memancarkan 400—500 nm yang dapat menyebabkan berubahnya glaukomatosa pada sel ganglion, kerusakan pada fotoreseptor, faktor predisposisi pada katarak dan merusak epitel pigmen retina. Pada retina manusia terlindungi dari radiasi gelombang pendek karena lensa menyerap gelombang dibawah 400 nm dan kornea menyerap gelombang di bawah 296 nm (gelombang pendek merupakan gelombang yang dapat menyebabkan kerusakan, semakin rendah panjang gelombang maka semakin tinggi energi yang dimilikinya). Saat menggunakan perangkat digital dengan tampilan yang cerah dapat menekan perubahan konsentrasi melatonin nokturnal dan indikator fisiologis normal (seperti penurunan suhu rektal dan detak jantung pada malam hari, dan peningkatan rasa kantuk di malam hari). Pada pegawai di jepang yang bekerja menggunakan perangkat digital selama enam jam diduga mengalami insomnia. Penggunaan perangkat digital sebelum tidur dapat menyebabkan berubahnya pola tidur. Efek cahaya biru dapat menyebabkan terganggunya ritme sirkadian dan pola

tidur tidak normal dikarenakan cahaya biru tidak sinkron dengan keberadaan matahari yang dapat mengubah keseimbangan jam biologis dengan jam geografis. Paparan cahaya komputer di malam hari juga dapat menekan peningkatan melatonin dan rasa kantuk di malam hari dikarenakan Panjang gelombang cahaya biru yang rendah. Penggunaan VDT atau layar virtual secara terus-menerus dapat menyebabkan masalah pada mata seperti menurunnya kekuatan akomodasi, ketidakseimbangan mata, perubahan pada akomodasi dan vergensi, dan penurunan kemampuan vergensi. Hal ini terjadi karena layar komputer memberikan beban berlebih pada mata untuk melakukan konvergen. Menurut penelitian yang dilaporkan terjadi penurunan kemampuan vergensi yang signifikan setelah delapan jam menggunakan komputer (Ciputra, 2022).

2.3.5 Faktor risiko DES

a. Faktor pribadi

Pada mata yang mengalami presbiopia atau masalah pada gangguan refraksi tetapi tidak diperiksa akan mengalami gejala DES yang semakin berat, mata akan memfokuskan dengan cara memicingkannya dengan terlibatnya otot orbicularis okuli untuk mengoreksinya (Ciputra, 2022). Penggunaan lensa kontak berisiko mengalami DES. Menurut Tauste dkk., (2016), prevalensi DES pada pengguna lensa kontak sebesar 65% dibandingkan dengan 50% pada orang yang tidak memakai lensa kontak, pekerja yang memakai lensa kontak dan terpapar layar komputer selama lebih dari 6 jam sehari lebih banyak menderita CVS daripada pekerja yang tidak memakai lensa yang bekerja di depan layar komputer.

DES didefinisikan sebagai entitas mencakup gejala visual dan okular yang timbul dari penggunaan layar digital dalam durasi yang lama (*American Optometric Association*, 2021). Durasi yang melebihi dari 4 jam kemudian kondisi pencahayaan dan postur tubuh yang tidak memadai dapat menyebabkan gejala DES dan termasuk juga dengan gejala non okular seperti leher kaku dan sakit kepala (Kaur dkk., 2022). Menurut Syamsoedin (2015), terdapat kualifikasi durasi penggunaan ponsel pintar sebagai berikut: sangat ringan (<1 jam), singkat (1-2 jam), sedang (3-4 jam), lama (5-6 jam), dan sangat lama (≥ 7 jam). pernyataan tersebut diperkuat oleh Kemenkes (2023), yang menyatakan bahwa angka rata-rata warga Indonesia dalam menggunakan gadget dan internet adalah 7 jam 42 menit.

b. Faktor lingkungan

- Pencahayaan pada ruangan, cahaya dari lampu dan matahari yang memantulkan cahaya di layar digital akan menyebabkan karakter pada layar menjadi kurang jelas.
- Faktor udara seperti penggunaan AC (*air conditioner*), udara kering, kelembaban udara yang rendah, partikel udara (debu, dll.) dapat berisiko terjadinya DES.
- Postur tubuh yang kurang tepat dapat mengalami gejala DES, seperti kurangnya memperhatikan jarak mata terhadap layar dan sudut pandang (Ciputra, 2022).

c. Faktor perangkat

- Resolusi layar

Layar yang memiliki resolusi tinggi lebih baik untuk membaca karakter berukuran kecil. Penggunaan perangkat digital lebih baik disesuaikan dengan kenyamanan mata.

- Kecerahan dan penyesuaian karakter

Kecerahan dan kontras yang tinggi dapat menyebabkan karakter di layar digital menjadi kabur. Penyesuaian huruf dan spasi perlu diperhatikan agar memudahkan dalam membaca karakter. Karakter yang gelap dan latar belakang yang terang lebih direkomendasikan daripada karakter terang dengan latar yang gelap.

- Tingkat *refresh* layar

Layar tampil pada frekuensi yang diukur dalam Hz. Nilai normal *critical flicker fusion* (CFF) adalah 30—50 Hz, yaitu kecepatan *refresh* di mana sistem visual manusia gagal mengenali sifat layar yang berkedip dan layar tampak terus-menerus diterangi. Kecepatan *refresh* yang rendah dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti kelelahan, sakit kepala, gangguan akomodasi, interval kedipan yang meningkat, waktu kedipan yang berkurang, dan kecepatan membaca yang berkurang. Monitor desktop dan laptop standar memiliki kecepatan *refresh* 60Hz atau 64 Hz, sedangkan monitor yang lebih baru memiliki kecepatan *refresh* layar yang lebih tinggi, yaitu 120Hz, 144Hz, atau 240Hz (Ciputra, 2022).

2.3.6 Pencegahan DES pada penggunaan ponsel pintar

- a. Penggunaan ponsel pintar dibatasi dalam sehari kurang dari sama dengan 4 jam.
- b. Cara penggunaan ponsel pintar disesuaikan seperti tingkat kecerahan pada layar, ukuran teks, kontras, dan sering istirahat dengan aturan 20/20/20.
- c. Jaga jarak layar ponsel pintar pada mata sekitar 20 inci, ketinggian mata harus lebih tinggi daripada layar, sering berkedip untuk menghindari mata kering.
- d. Periksa secara berkala penggunaan layar agar mengetahui durasi penggunaan ponsel pintar yang telah digunakan dalam sehari atau beberapa hari sebelumnya.
- e. Penggunaan kacamata anti reflektif atau anti cahaya biru (Kaur dkk., 2022)

2.3.7 DES pada mahasiswa kedokteran

Pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Bhatnagar dkk., (2024), menyatakan bahwa pada 283 mahasiswa kedokteran dengan usia rata-rata 21,67 tahun. 153 dari peserta adalah laki-laki, dan 130 adalah perempuan. Berkenaan dengan data demografi dalam penelitian tersebut, jenis kelamin laki-laki 54,06% diamati memiliki risiko CVS yang lebih tinggi 92% melaporkan setidaknya satu gejala saat menggunakan perangkat digital. Gejala mata yang dilaporkan oleh Bhatnagar dalam urutan dari frekuensi yang sering terjadi adalah ketegangan mata 49%, sakit kepala 37%, kelelahan 32%, mata kering 21%, kesulitan dalam memfokuskan kembali 20%, mata kemerahan atau gatal 18%, dan penglihatan ganda 5%. Sementara 51% peserta penelitian tidak memiliki gejala ekstraokular,

gejala ekstraokular yang paling sering dilaporkan dalam urutan yang sering terjadi adalah nyeri sendi di jari dan pergelangan tangan 20%, kesulitan untuk menulis 13%, nyeri bahu 11%, dan ketidakmampuan untuk memegang benda dengan baik 6%.

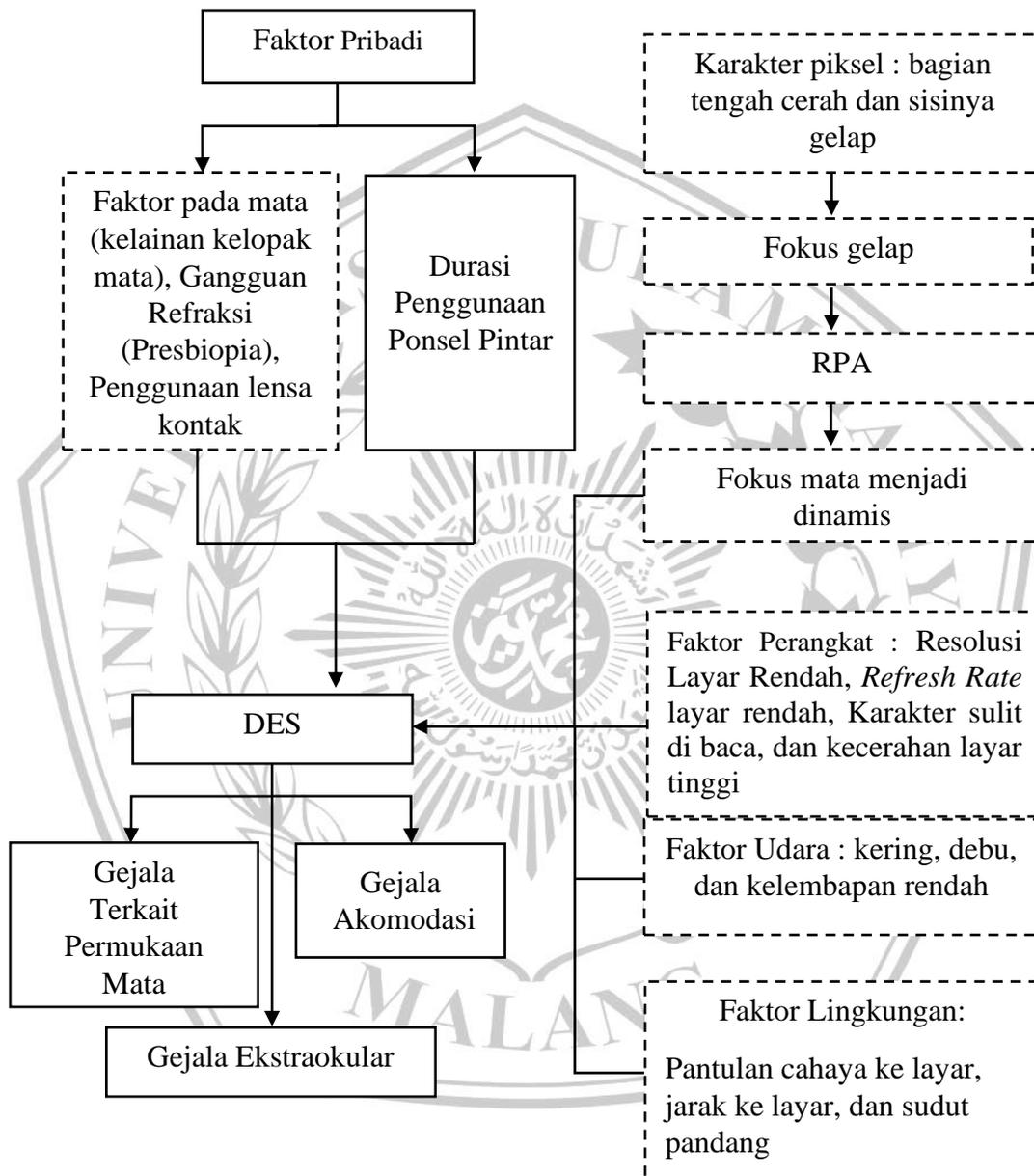
Menurut Almudhaiyan dkk., (2023), populasi mahasiswa kedokteran, 25% siswa melaporkan menghabiskan lebih dari 8 jam per hari untuk pembelajaran online. Sebagian besar siswa (73,8%) menggunakan 1 atau 2 perangkat untuk belajar, dengan 86% siswa terutama menggunakan laptop. Kemudian 12% siswa memakai lensa kontak dan 49,7% siswa memakai kacamata selama jam belajar.

Penelitian yang dilakukan oleh Yulnefia H dkk., (2024), Mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan di Universitas Abdurrahman Wahid Malang, mengalami DES karena penggunaan ponsel pintar dengan durasi yang lama, mahasiswa tersebut menggunakan ponsel pintar dan komputer saat jam 08:00 WIB sampai dengan jam 17:00 WIB untuk kuliah online, diskusi kasus online, skill lab online dan ujian online. Mahasiswa juga menggunakan ponsel pintar dan komputer saat malam hari untuk membahas materi yang telah diberikan.

BAB 3

KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep Penelitian



Keterangan :

= diteliti

= tidak diteliti

DES memiliki beberapa faktor risiko yaitu: pribadi, perangkat, dan lingkungan. Pada patofisiologi DES disebabkan karena keadaan mata yang dinamis untuk memfokuskan pada layar ponsel pintar atau VDT (*visual digital terminal*), dikarenakan layar tersebut terdapat karakter piksel yang dibagian tengahnya terang dan disisinya gelap, hal tersebut membuat mata kesulitan untuk mempertahankan titik fokusnya. Kegagalan mata saat memfokuskan pada titik fokusnya akan menyebabkan jatuh ke titik *resting point of accommodation* (RPA). Kemudian, mata akan berusaha kembali ke titik fokus dan keadaan ini menjadi dinamis, hal tersebut membuat mata timbul beberapa gejala yang diakibatkan VDT, hal tersebut dapat diperparah dengan adanya faktor perangkat dan pribadi seperti: penggunaan lensa kontak, durasi penggunaan ponsel, resolusi layar rendah, *Refresh Rate* layar rendah, karakter sulit di baca, dan kecerahan layar tinggi. Kemudian, faktor lingkungan menjadi faktor penunjang terjadinya DES, faktor udara: kering, debu, dan kelembapan rendah. Kumpulan gejala tersebut digolongkan menjadi 3 kategori yaitu, gejala terkait permukaan mata, gejala pada akomodasi, dan gejala ekstraokular.

3.2 Hipotesis Penelitian

Terdapat hubungan durasi pemakaian ponsel pintar dengan *digital eyes strain* (DES) pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Malang Angkatan 2021.