

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anatomi Mata

Mata merupakan organ penglihatan yang dimiliki manusia. Mata mengumpulkan cahaya dari lingkungan dan membentuk sebuah gambar pada sel-sel saraf retina. Gambar kemudian diubah menjadi impuls saraf, yang diinterpretasikan oleh otak, terutama di lobus oksipital otak (Krumhardt B, Alcamo IE, 2010).

2.1.1 Komponen Optik Mata

Komponen optik dari mata adalah elemen transparan dari mata yang tembus cahaya serta mampu membelokkan cahaya (refraksi) dan memfokuskannya pada retina. Bagian-bagian optik ini mencakup kornea, *aqueous humor*, lensa, dan vitreus. Kornea berbentuk cembung dan terlibat dalam pembiasan cahaya untuk membawa ke fokus di belakang bola mata (Farley A, McLafferty, Hendry C, 2011). *Aqueous humor* merupakan cairan bening yang disekresi oleh badan siliaris ke bilik mata bagian belakang yang terletak antara iris dan lensa. Cairan ini mengalir melalui pupil menuju bilik mata depan yaitu ruang antara kornea dan iris. Dari area ini, cairan yang disekresikan akan direabsorpsi kembali oleh pembuluh darah yang disebut kanal Schlemm (Goel *et al.*, 2010). Terdapat sirkulasi yang menerus dari *aqueous humor*, dan digantikan sepenuhnya setiap 90 menit (Tortora GJ, Derrickson B, 2009).

Lensa tersuspensi di belakang pupil oleh serat-serat yang membentuk cincin yang disebut ligamentum suspensori. Ligamentum tersebut yang

menggantungkan lensa ke badan siliar. Tegangan pada ligamentum memipihkan lensa hingga mencapai ketebalan 3,6 mm dengan diameter 9,0 mm. Lensa berbentuk transparan, fleksibel, dan lempeng cakram bikonveks. Dengan berkontraksi dan relaksasi, otot-otot ini mengubah bentuk lensa dan memastikan sinar cahaya dibawa ke fokus pada titik di bagian belakang mata di fovea sentralis. Daerah ini hanya berisi sel kerucut. Sel kerucut adalah sel saraf yang bertanggung jawab untuk mendeteksi warna (Farley A, McLafferty, Hendry C, 2011).

Vitreus adalah suatu badan gelatin yang jernih dan avaskular yang membentuk dua pertiga volume dan berat mata. Vitreus mengisi ruangan yang dibatasi oleh lensa, retina, dan diskus optikus (Riordan-Eva P dan Witcher, 2009)

2.1.2 Komponen Neural Mata

Komponen neural dari mata adalah retina dan nervus optikus. Retina merupakan suatu membran yang tipis dan transparan dan terfiksasi pada diskus optikus dan *ora serrata*. Diskus optikus adalah lokasi dimana saraf optik yang meninggalkan mata sebagai suatu berkas yang melalui daerah di retina (Riordan-Eva P dan Witcher, 2009). *Ora serrata* merupakan tepi anterior dari retina. Retina tertahan ke bagian belakang dari bola mata oleh tekanan yang diberikan oleh vitreus. Di bagian posterior retina terdapat makula, tempat penglihatan yang paling tajam dan halus. Pada bagian tengah dari makula lutea terdapat satu celah kecil yang disebut fovea sentralis yang menghasilkan gambar/ visual tertajam. Sekitar 3 mm pada arah medial dari makula lutea terdapat diskus optikus. Bagian diskus optikus dari mata tidak mengandung sel-sel reseptor sehingga dikenal juga sebagai titik buta (*blind spot*) pada lapangan pandang setiap mata (Saladin KS, 2008).

Retina adalah lapisan terdalam pembuluh darah dari mata dan terdapat sel-sel saraf yang sensitif terhadap cahaya, yaitu sel batang dan sel kerucut. Sel kerucut bertanggung jawab untuk penglihatan warna dan fungsi terutama di siang hari. Sel batang yang paling aktif dalam penglihatan malam (Farley A, McLafferty, Hendry C, 2011). Ketika energi cahaya merangsang sel batang dan sel kerucut di retina, perubahan bentuk rhodopsin cepat terjadi di reseptor penglihatan. Peristiwa ini menimbulkan impuls saraf di lapisan bipolar dan ganglion sel, kemudian diangkut melalui saraf optik dan saluran optik ke korteks penglihatan di otak. Gambar yang mencapai retina terbalik karena sifat optik dari lensa mata, tapi gambar tersebut dilihat sebagai tegak oleh korteks lobus oksipital dari otak besar (Krumhardt B, Alcamo IE, 2010).

2.1.3 Struktur Aksesoris

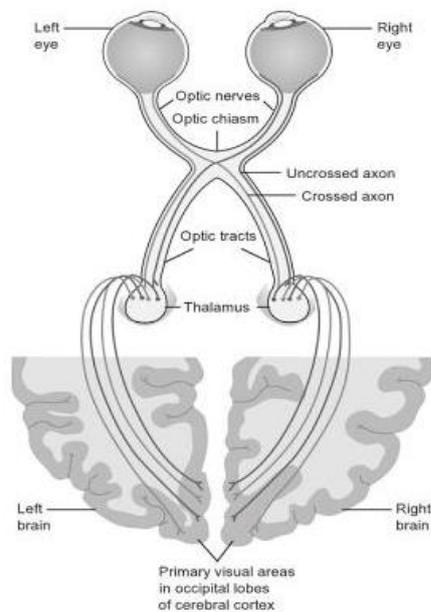
Struktur aksesoris mata termasuk alis, kelopak mata, bulu mata, konjungtiva dan aparatus lakrimal. Alis dan bulu mata memberikan perlindungan terhadap masuknya partikel asing seperti cahaya ke pupil sedangkan kelopak mata melindungi bagian anterior mata. Aparatus lakrimalis berisi kelenjar lakrimal yang memproduksi air mata untuk membasahi bola mata agar tetap lembab (Krumhardt B, Alcamo IE, 2010).

2.2 Fisiologi Proses Penglihatan

Proses penglihatan dimulai saat cahaya memasuki mata, terfokus pada retina dan menghasilkan sebuah bayangan yang kecil dan terbalik. Ketika dilatasi maksimal, pupil dapat dilalui cahaya sebanyak lima kali lebih banyak dibandingkan ketika sedang kontraksi maksimal (Saladin KS, 2008).

Jika sistem saraf simpatis teraktivasi, sel-sel ini berkontraksi dan melebarkan pupil sehingga lebih banyak cahaya dapat memasuki mata. Kontraksi dan dilatasi pupil terjadi pada kondisi dimana intensitas cahaya berubah dan ketika kita memindahkan arah pandangan kita ke benda atau objek yang dekat atau jauh. Pada tahap selanjutnya, setelah cahaya memasuki mata, pembentukan bayangan pada retina bergantung pada kemampuan refraksi mata (Saladin KS, 2008).

Kornea merefraksi cahaya lebih banyak dibandingkan lensa. Lensa hanya berfungsi untuk menajamkan bayangan yang ditangkap saat mata terfokus pada benda yang dekat dan jauh. Setelah cahaya mengalami refraksi, melewati pupil dan mencapai retina, tahap terakhir dalam proses penglihatan adalah perubahan energi cahaya menjadi aksi potensial yang dapat diteruskan ke korteks serebri. Proses perubahan ini terjadi pada retina (Saladin KS, 2008). Gambaran jaras penglihatan yang telah dijelaskan sebelumnya dapat dilihat pada gambar berikut.



(Tortora GJ, Derrickson B, 2009)

Gambar 2.1 Jaras Penglihatan

Penglihatan manusia dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

a) Penglihatan sentral

Penglihatan sentral adalah penglihatan yang timbul pada saat cahaya jatuh pada area makula lutea retina dan memberikan stimulus pada fotoreseptor yang berada pada area tersebut. Dalam pemeriksaannya, penglihatan sentral dapat dibagi menjadi ketajaman penglihatan yang belum dikoreksi dimana mata diukur ketajamannya tanpa menggunakan kacamata maupun lensa kontak dan ketajaman terkoreksi dimana mata yang diukur telah dilengkapi dengan alat bantu penglihatan seperti kacamata maupun lensa kontak. Karena penurunan ketajaman penglihatan jarak jauh dapat disebabkan oleh kelainan refraksi, umumnya jenis pemeriksaan yang dipilih untuk menilai kesehatan mata adalah ketajaman penglihatan yang terkoreksi (Riordan-Eva P dan Witcher, 2009).

b) Penglihatan perifer

Penglihatan perifer adalah penglihatan yang timbul pada saat cahaya jatuh pada area di luar makula lutea retina dan memberikan stimulus pada fotoreseptor yang berada pada area tersebut. Penglihatan perifer dapat ditinjau secara cepat dengan menggunakan tes konfrontasi. Pada pemeriksaan ini, mata yang tidak diperiksa ditutup dengan menggunakan telapak tangan dan pemeriksa duduk sejajar dengan pasien. Jika mata kanan pasien diperiksa, maka mata kiri pasien ditutup dan mata kanan pemeriksa ditutup. Pasien diminta untuk melihat lurus sejajar dengan mata kiri pemeriksa. Untuk mendeteksi adanya gangguan, pemeriksa menunjukkan angka tertentu dengan menggunakan jari tangan yang diletakkan diantara pasien dan pemeriksa pada keempat kuadran penglihatan.

Pasien diminta untuk mengidentifikasi angka yang ditunjukkan (Riordan-Eva P dan Witcher, 2009).

2.2.1 Refraksi

Lensa memegang peranan penting dalam pembiasan (refraksi) cahaya. Refraksi adalah pembiasan cahaya apabila cahaya memasuki media yang berbeda kerapatannya (densitasnya) dengan arah miring. Pada saat berkas cahaya datang dari udara melewati bangunan yang bening pada mata yang disebut media refrakta, maka cahaya tadi akan dibelokkan. Media refrakta meliputi kornea, lensa, dan vitreus. Lensa adalah bagian yang penting dalam proses ini karena lensa membelokkan cahaya agar cahaya tadi dapat difokuskan (dipusatkan) di retina yang kaya akan ujung saraf (Farley A, McLafferty, Hendry C, 2011).

Dikenal beberapa titik di dalam bidang refraksi, seperti pungtum proksimum merupakan titik terdekat dimana seseorang masih dapat melihat dengan jelas. Pungtum remotum adalah titik terjauh dimana seseorang masih dapat melihat dengan jelas (Ilyas S, 2010).

2.2.2 Akomodasi

Pada keadaan normal cahaya tidak terhingga akan terfokus pada retina, demikian pula bila benda jauh didekatkan, maka dengan adanya daya akomodasi benda dapat difokuskan pada retina atau makula lutea. Dengan berakomodasi, maka benda pada jarak yang berbeda-beda akan terfokus pada retina. Akomodasi adalah kemampuan lensa untuk mencembung yang terjadi akibat kontraksi otot siliar. Akibat akomodasi, daya pembiasan lensa bertambah

kuat. Kekuatan akomodasi akan meningkat sesuai dengan kebutuhan, makin dekat benda makin kuat mata harus berakomodasi (mencembung). Kekuatan akomodasi diatur oleh refleksi akomodasi. Refleksi akomodasi akan bangkit bila mata melihat kabur dan pada waktu konvergensi atau melihat dekat (Ilyas S, 2010).

Ketika objek jauh, lensa menjadi rata. Ketika objek sudah dekat, lensa menjadi lebih bulat (cembung). Lensa mengubah bentuk terutama oleh aktivitas otot siliaris yang bekerja pada ligamentum suspensori. Selama akomodasi untuk penglihatan dekat (Krumhardt B, Alcamo IE, 2010). Otot siliaris dikendalikan oleh sistem saraf otonom, stimulasi simpatis menyebabkan relaksasi dan stimulasi parasimpatis menyebabkan kontraksi (Sherwood L, 2012).

Dikenal beberapa teori akomodasi, seperti:

- Teori akomodasi Hemholtz: dimana Zonula Zinn kendur akibat kontraksi otot siliar sirkuler, mengakibatkan lensa yang elastis menjadi cembung dan diameter menjadi kecil.
- Teori akomodasi Thsernig: dasarnya adalah bahwa nukleus lensa tidak dapat berubah bentuk sedang yang dapat berubah bentuk adalah bagian lensa yang superfisial atau korteks lensa. Pada waktu akomodasi terjadi tegangan pada Zonula Zinn sehingga nukleus lensa terjepit dan bagian depan nukleus akan mencembung (Ilyas S, 2010).

2.2.3 Penyempitan

Pupil adalah sebuah ruang terbuka yang memungkinkan cahaya untuk masuk ke mata. Hal ini dibuat oleh iris yang terdiri dari otot sirkuler dan radial. Dengan kontraksi dan relaksasi, iris melebar atau mengurangi lubang

tempat cahaya masuk ke mata. Dengan demikian, masuknya cahaya ke mata dikendalikan dan tidak menyebabkan buta dalam cahaya terang dan kita bisa melihat cukup baik dalam kondisi gelap (Farley A, McLafferty, Hendry C, 2011).

2.2.4 Konvergensi

Karena kita memiliki dua mata, sehingga penting untuk memastikan cahaya dari sebuah gambar membentur daerah yang sama di masing-masing retina. Dengan cara ini gambar yang jelas akan dihasilkan. Untuk mencapai hal ini, mata akan bergerak atau bertemu untuk membawa objek ke dalam fokus yang jelas. Konvergensi dikendalikan oleh *Autonomic Nervous System* (ANS) yang mengaktifkan otot-otot eksternal mata. Orang yang memiliki strabismus memiliki kondisi dimana kedua mata fokus pada bagian-bagian yang sedikit berbeda dari objek yang mengakibatkan penglihatan ganda atau diplopia (Farley A, McLafferty, Hendry C, 2011).

2.3 Ketajaman Penglihatan

2.3.1 Definisi Ketajaman Penglihatan

Menurut Affandi ES (2005), tajam penglihatan adalah kemampuan untuk membedakan antara dua titik yang berbeda pada jarak tertentu. Selain itu tajam penglihatan merupakan salah satu parameter pengukuran kemampuan penglihatan seseorang sehingga pengukuran tajam penglihatan dan koreksi dini perlu dilakukan agar dapat tercapai kemampuan penglihatan yang optimal (Xu L, Li J, Cui T, *et al*, 2005).

2.3.2 Faktor Penyebab Gangguan Ketajaman Penglihatan

Ketajaman penglihatan seseorang dapat berkurang. Hal ini disebabkan antara lain oleh faktor-faktor sebagai berikut:

2.3.2.1 Kuat Penerangan atau Pencahayaan

Mata manusia sensitif terhadap kekuatan pencahayaan, mulai dari beberapa lux di dalam ruangan gelap hingga 100.000 lux di tengah terik matahari. Kekuatan pencahayaan ini aneka ragam yaitu berkisar 2000-100.000 di tempat terbuka sepanjang siang dan 50-500 lux pada malam hari dengan pencahayaan buatan. Penambahan kekuatan cahaya berarti menambah daya, tetapi kelelahan relatif bertambah pula (Wijayanti KN, 2005).

Penerangan ruangan yang kurang dapat mengakibatkan kelelahan mata, akan tetapi penerangan yang terlalu kuat dapat menyebabkan kesilauan. Penerangan yang memadai bisa mencegah terjadinya astenopia (kelelahan mata) dan mempertinggi kecepatan dan efisien membaca. Penerangan yang kurang bukannya menyebabkan penyakit mata tetapi menimbulkan kelelahan mata (Aryanti RC, 2006). Penguapan air mata juga terjadi pada kondisi lingkungan dengan tingkat iluminasi penerangan tinggi. Pada lingkungan dengan tingkat iluminasi penerangan tinggi frekuensi kedip berkurang yang selanjutnya akan berakibat pada penguapan air mata yang berlebih (Roestijawati N, 2007).

2.3.2.2 Suhu udara

Bagi orang Indonesia suhu udara yang dirasa nyaman adalah berada antara 24 °C – 26 °C serta toleransi 2-3 °C di atas atau di bawah suhu nyaman. Suhu udara yang tidak nyaman akan mengurangi efisiensi kerja dengan keluhan

kaku atau kurangnya koordinasi otot. Suhu lingkungan yang terlalu tinggi menyebabkan meningkatnya beban psikis (stres) sehingga akhirnya menurunkan konsentrasi dan persepsi kontrol terhadap lingkungan yang selanjutnya menurunkan prestasi (Aryanti RC, 2006).

Pada tingkat kelembaban yang terlalu rendah akan berefek pada penguapan air mata. Penguapan air mata terjadi karena proses difusi, efek panas dan konveksi. Proses tersebut tergantung pada uap air di sekitar mata. Berdasarkan perhitungan pada suhu ruangan 22°C dengan kelembaban 50% terjadi penguapan air mata sebanyak 230mg/mata/16jam dari 600mg/mata/16jam air mata yang dihasilkan (Roestijawati N, 2007).

2.3.2.3 Lama paparan

Lama paparan adalah lamanya seseorang terpajan oleh suatu faktor resiko, yang dapat diukur berdasarkan menit atau jam per hari dari suatu resiko. Lama paparan dapat pula timbul setelah beberapa tahun kemudian setelah seseorang mengalami pajanan sebelumnya. Secara umum seseorang yang mengalami durasi dan terpajan lebih besar, akan mengalami tingkat resiko yang besar pula (Haeny N, 2009). Memperpanjang waktu kerja lebih dari kemampuan tersebut biasanya disertai efisiensi yang tinggi, bahkan biasanya terlihat penurunan produktivitas (Aryanti RC, 2006).

2.3.2.4 Usia

Semakin bertambahnya usia, lensa bertambah besar dan lebih pipih, berwarna kekuningan dan menjadi lebih keras. Hal ini mengakibatkan lensa kehilangan kekenyalannya, dan karena itu, kapasitasnya untuk melengkung juga

berkurang. Akibatnya, titik-titik dekat menjauhi mata, sedang titik jauh pada umumnya tetap saja. Lensa menjadi kuning dan gelap sehingga perubahan persepsi warna. Kejelasan warna berkurang sebesar 25% pada sekitar usia 50 tahun dan 70% pada sekitar usia 60 tahun. Hilangnya elastisitas lensa yang mengurangi kemampuan untuk fokus dikenal sebagai presbiopia. Hal ini dapat dikoreksi dengan memakai kacamata atau lensa konveks (Farley A, McLafferty, Hendry C, 2011).

Perubahan usia dalam ligamentum suspensori, otot siliaris dan suplai saraf parasimpatis menyebabkan iris untuk penurunan akomodasi dari lensa. Otot-otot siliaris mengurangi panjang dan elastisitas yang hilang. Jaringan ikat mengganti jaringan otot yang mengurangi kemampuan lensa untuk mengubah bentuk agar dapat mengakomodasi dan memfokuskan dengan jelas pada objek yang berada didekatnya (Farley A, McLafferty, Hendry C, 2011).

Iris menjadi lebih pucat karena kehilangan pigmen hitam yang memberikan iris penampilan tak berdaya. Arkus senilis yang dianggap merupakan akumulasi dari lipid, mengelilingi pinggiran iris baik sebagian atau sepenuhnya dan menyerupai cincin susu atau abu-abu. Ukuran pupil berkurang pada usia 60 tahun sehingga 2/3 dari ukuran pupil orang dewasa. Semakin kecil pupil mengurangi jumlah cahaya yang mencapai retina, sehingga memberikan kontribusi untuk kerugian dalam ketajaman penglihatan. Penurunan ketajaman penglihatan karena perubahan ukuran pupil memiliki makna lebih pada malam hari sebagai waktu yang lebih besar diperlukan untuk beradaptasi dengan mengurangi tingkat cahaya dan kegelapan (Farley A, McLafferty, Hendry C, 2011).

2.3.2.5 Kelainan Refraksi

Panjang bola mata seseorang dapat berbeda-beda. Bila terdapat kelainan pembiasan sinar oleh kornea (mendatar atau mencembung) atau adanya perubahan panjang (lebih panjang, atau lebih pendek) bola mata maka sinar normal tidak dapat terfokus pada makula. Keadaan ini disebut sebagai ametropia yang dapat berupa miopia, hipermetropia, atau astigmatisma (Ilyas S, 2010).

1) Miopia

Bila bayangan benda yang terletak jauh difokuskan di depan retina oleh mata yang tidak berakomodasi, mata tersebut mengalami miopia, atau *nearsighted* (Riordan-Eva P dan Witcher, 2009).

Pada miopia, panjang bola mata anteroposterior dapat terlalu besar atau kekuatan pembiasan media refraksi terlalu kuat (Ilyas S, 2010). Pasien dengan miopia akan menyatakan melihat jelas bila dekat, sedangkan penglihatan kabur bila melihat jauh atau disebut rabun jauh. Seseorang miopia mempunyai kebiasaan mengerinyitkan matanya untuk mencegah aberasi sferis atau untuk mendapatkan efek *pinhole* (lubang kecil) (Ilyas S, 2010).

Klasifikasi miopia berdasarkan ukuran dioptri lensa yang dibutuhkan untuk mengoreksikannya :

- a. Miopia ringan, dimana miopia kecil daripada 1-3 dioptri
- b. Miopia sedang, dimana miopia lebih antara 3-6 dioptri
- c. Miopia berat atau tinggi, dimana miopia lebih besar dari 6 dioptri (Ilyas S, 2010).

Progresivitas miopia biasanya cepat di usia muda, tapi usia kejadian, progresivitas dan penghentian sangat bervariasi dikalangan

anak-anak, dengan rata-rata progresivitas 0,5 dioptri (D) per tahun. Seiring dengan peningkatan usia, progresivitas berkurang. Pada miopia tinggi, progresivitas rata-rata 2D dari usia 16 tahun hingga 26 tahun telah dilaporkan. Ini akan berkurang 1D antara usia 26 tahun dan 40 tahun (Johnstone P, 2008)

Faktor genetik dan lingkungan yang terlibat dalam etiologi miopia. Ada perdebatan mengenai kontribusi relatif dari kedua faktor dalam progresivitas miopia. Ada bukti yang baik untuk mendukung etiologi genetik untuk miopia. Ada juga sebagian besar bukti menunjukkan hubungan antara miopia dan faktor lingkungan. Namun, kausalitas yang sebenarnya dari faktor-faktor lingkungan yang sulit untuk memverifikasi karena batas dalam desain penelitian. Kemungkinan adalah bahwa etiologi miopia adalah multifaktorial, dengan beberapa kasus memiliki genetik yang sangat kuat (Johnstone P, 2008).

a. Faktor genetik

- Telah diamati bahwa kembar identik menunjukkan kecocokan yang erat pada mereka refraksi sedangkan kembar non-identik menunjukkan kecocokan yang lebih sedikit dari pada kontrol pasangan saudara kandung.
- Anak-anak dari orang tua yang mengalami miopia cenderung mempunyai mata yang lebih panjang bahkan sebelum miopia berkembang.
- Gen untuk miopia telah diidentifikasi dalam keluarga tertentu (Johnstone P, 2008).

b. Faktor-faktor lingkungan.

- Bekerja jarak dekat telah sangat terlibat dalam etiologi dan progresivitas miopia. Beberapa penelitian epidemiologi telah mengidentifikasi tingginya tingkat miopia dan progresivitas dikalangan mahasiswa terkait dengan lamanya waktu belajar. Juga, pekerjaan yang membutuhkan kerja dekat yang intens (mikroskopik, penjahit) telah dihubungkan dengan pengembangan dan progresivitas miopia.
- Adanya fisiologis normal 'miopia malam' pada pengalaman orang dewasa muda di tingkat pencahayaan rendah misalnya mengemudi di malam hari. Fenomena ini telah diakui selama ratusan tahun. Hal ini diduga berhubungan dengan titik fokus istirahat lebih dekat pada mata dalam kondisi gelap (karena salah satu tidak dapat fokus pada objek jauh dalam gelap). Juga, ada peningkatan penyimpangan refraksi karena adanya pembesaran pupil. Ini dapat menyebabkan pergeseran miopia hingga 1 dioptri dalam kesalahan refraksi. Fenomena ini menghilang ketika pencahayaan normal dapat dikembalikan atau objek yang jauh cukup terang dapat diidentifikasi.
- Sebuah pergeseran kecil miopia sementara, cukup untuk mengurangi ketajaman jarak, mungkin terjadi segera setelah penggunaan komputer, tetapi arti dari hal ini tidak diketahui. Mata kering tampaknya menjadi kontributor utama gejala asthenopia akibat penggunaan komputer.

- Kondisi pencahayaan yang tidak cocok dari *workstation* komputer mungkin menyebabkan rasa sakit pada mata. Gejala kelelahan mata, pandangan kabur, dan khususnya silau mungkin menjadi masalah (Johnstone P, 2008).

2) Hipermetropia

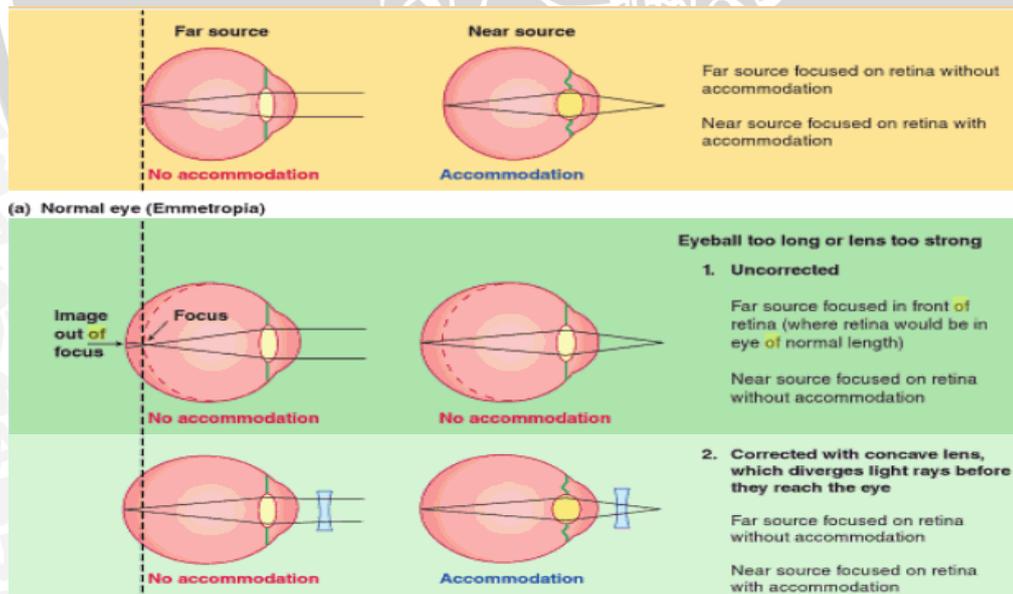
Hipermetropia atau rabun dekat merupakan keadaan gangguan kekuatan pembiasan mata dimana sinar sejajar jauh tidak cukup dibiaskan sehingga titik fokusnya terletak di belakang retina. (Ilyas S, 2010). Pada hipermetropia, akomodasi dipertahankan bahkan sewaktu memandang objek jauh, sebagian dapat mengkompensasi cacat ini, tetapi usaha otot yang lama melelahkan serta bisa menyebabkan nyeri kepala dan pengaburan penglihatan (Wijayanti KN, 2005).

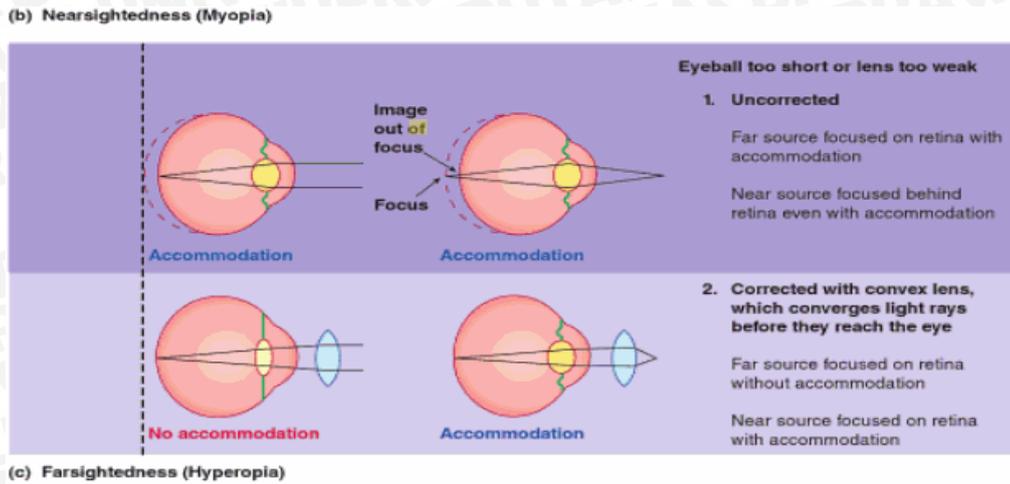
Pasien dengan hipermetropia apapun penyebabnya akan mengeluh matanya lelah dan sakit karena terus-menerus harus berakomodasi untuk melihat atau memfokuskan bayangan yang terletak di belakang makula agar terletak di daerah makula lutea. Keadaan ini disebut astenopia akomodatif. Kelainan ini sebaiknya diberikan kacamata sferis positif terkuat atau lensa positif terbesar yang masih memberikan tajam penglihatan maksimal. Hal ini untuk memberikan istirahat pada mata (Ilyas S, 2010).

3) Astigmatisma

Kelainan refraksi karena kelengkungan kornea yang tidak teratur disebut astigmatisma. Pada astigmatisma berkas sinar tidak difokuskan pada satu titik dengan tajam pada retina akan tetapi pada 2 garis titik api yang saling tegak lurus yang terjadi akibat kelengkungan permukaan kornea (Ilyas S, 2010).

Mata yang astigmatisma memiliki kornea yang bulat telur, bukannya seperti kornea biasa yang bulat sferik. Kornea yang bulat telur memiliki lengkung yang tidak sama akan memfokus satu titik cahaya atau satu objek pada dua tempat, jauh dan dekat. Lensa yang digunakan untuk mengatasi astigmatisma adalah lensa silinder. Tetapi pada umumnya, di samping lensa silinder ini, orang yang astigmatisma membutuhkan juga lensa positif atau negatif yang dipasang sesuai dengan porosnya (Wijayanti KN, 2005).





Gambar 2.2 Kelainan Refraksi (Sherwood L, 2012)

2.3.3 Pemeriksaan Tajam Penglihatan

Pemeriksaan tajam penglihatan merupakan pemeriksaan fungsi mata. Gangguan penglihatan memerlukan pemeriksaan untuk mengetahui sebab kelainan mata yang mengakibatkan turunnya tajam penglihatan. Tajam penglihatan perlu dicatat pada setiap mata yang memberikan keluhan mata (Ilyas S, 2010).

Biasanya pemeriksaan tajam penglihatan ditentukan dengan melihat kemampuan membaca huruf-huruf berbagai ukuran pada jarak baku untuk kartu. Pasiennya dinyatakan dengan angka pecahan seperti 20/20 untuk penglihatan normal. Pada keadaan ini, mata dapat melihat huruf pada jarak 20 kaki yang seharusnya dapat dilihat pada jarak tersebut. Tajam penglihatan normal rata-rata bervariasi antara 6/4 hingga 6/6 (atau 20/15 atau 20/20 kaki). Tajam penglihatan maksimum berada di daerah fovea, sedangkan beberapa faktor seperti penerangan umum, kontras, berbagai uji warna, waktu papar, dan kelainan refraksi mata dapat merubah tajam penglihatan mata (Ilyas S, 2010).

Pemeriksaan tajam penglihatan dilakukan pada mata tanpa atau dengan kacamata. Setiap mata diperiksa terpisah. Biasakan memeriksa tajam penglihatan kanan terlebih dahulu kemudian kiri lalu mencatatnya. Pemeriksaan tajam penglihatan sebaiknya dilakukan pada jarak lima atau enam meter. Pada jarak ini mata akan melihat benda dalam keadaan beristirahat atau tanpa akomodasi. Pada pemeriksaan tajam penglihatan dipakai kartu baku atau standar, misalnya kartu baca *Snellen* (Ilyas S, 2010).

Untuk mengetahui sama tidaknya ketajaman penglihatan kedua mata dapat dilakukan dengan uji menutup salah satu mata. Bila satu mata ditutup akan menimbulkan reaksi yang berbeda pada sikap anak, yang berarti ia sedang memakai mata yang tidak disenangi dibanding dengan mata lainnya (Ilyas S, 2010).

Bila seseorang diragukan apakah penglihatannya berkurang akibat kelainan refraksi, maka dilakukan uji *pinhole*. Bila dengan *pinhole* penglihatan lebih baik, maka berarti ada kelainan refraksi yang masih dapat dikoreksi dengan kacamata. Bila penglihatan berkurang dengan diletakkannya *pinhole* di depan mata berarti ada kelainan organik atau kekeruhan media penglihatan yang mengakibatkan penglihatan menurun (Ilyas S, 2010).

Pada tabel di bawah ini terlihat tajam penglihatan yang dinyatakan dalam sistem desimal, *Snellen* dalam meter dan kaki.

<i>Snellen</i> 6 m	20 kaki	Sistem desimal
6/6	20/20	1.0
5/6	20/25	0.8
6/9	20/30	0.7
5/9	15/25	0.6
6/12	20/40	0.5
5/12	20/50	0.4
6/18	20/70	0.3
6/60	20/200	0.1

Tabel 2.1 Data Pengolongan Ketajaman Penglihatan dalam Desimal (Ilyas S, 2010)

Snellen (kaki)	Snellen (meter)	% Efisiensi	% Hilang Sentral
20/16	6/5	100	0
20/20	6/6	100	0
20/25	6/7.5	95	5
20/30	6/9	90	10
20/40	6/12	85	15
20/50	6/15	75	25
20/64	6/20	65	35
20/80	6/24	60	40
20/100	6/30	50	50
20/125	6/38	40	60
20/160	6/48	30	70
20/200	6/60	20	80
20/300	6/90	15	85
20/400	6/120	10	90
20/800	6/240	5	95

Tabel 2.2 Data Penggolongan Tajam Penglihatan

(Ilyas S, 2010)

Persentase efisiensi penglihatan dua mata dapat dihitung dengan rumus: $(3 \times \% \text{tajam penglihatan mata terbaik}) + \% \text{efisiensi mata terburuk} : 4 = \% \text{efisiensi penglihatan binokular}$ (Ilyas S, 2010).

Dengan *Optotype Snellen* dapat ditentukan tajam penglihatan atau kemampuan melihat seseorang, seperti:

- 1) Bila tajam penglihatan 6/6 maka berarti ia dapat melihat huruf pada jarak 6 meter, yang oleh orang normal huruf tersebut dapat dilihat pada jarak 6 meter.
- 2) Bila pasien hanya dapat membaca pada huruf baris yang menunjukkan angka 30, berarti tajam penglihatan pasien adalah 6/30.
- 3) Bila pasien hanya dapat membaca huruf pada baris yang menunjukkan angka 50, berarti tajam penglihatan pasien adalah 6/50.
- 4) Bila tajam penglihatan adalah 6/60 berarti ia hanya dapat terlihat pada jarak 6 meter yang oleh orang normal huruf tersebut dapat dilihat pada jarak 60 meter.

- 5) Bila pasien tidak dapat mengenal huruf terbesar pada kartu *Snellen* maka dilakukan uji hitung jari. Jari dapat dilihat terpisah oleh orang normal pada jarak 60 meter.
- 6) Bila pasien hanya dapat melihat atau menentukan jumlah jari yang diperlihatkan pada jarak 3 meter, maka dinyatakan tajam 3/60. Dengan pengujian ini tajam penglihatan hanya dapat dinilai sampai 1/60, yang berarti hanya dapat menghitung jari pada jarak 1 meter.
- 7) Dengan uji lambaian tangan, maka dapat dinyatakan tajam penglihatan pasien yang lebih buruk daripada 1/60. Orang normal dapat melihat gerakan atau lambaian tangan pada jarak 1 meter, berarti tajam penglihatannya adalah 1/300.
- 8) Kadang-kadang mata hanya dapat mengenal adanya sinar saja dan tidak dapat melihat lambaian tangan. Keadaan ini disebut sebagai tajam penglihatan 1/~. Orang normal dapat melihat adanya sinar pada jarak tidak berhingga.
- 9) Bila penglihatan sama sekali tidak mengenal adanya sinar maka dikatakan penglihatannya adalah 0 (nol) atau buta total (Ilyas S, 2010).

Tajam penglihatan dan *low vision* dibagi dalam tujuh kategori. Adapun penggolongannya adalah sebagai berikut:

1. Penglihatan normal

Pada keadaan ini penglihatan mata adalah normal dan sehat.

2. Penglihatan hampir normal

Tidak menimbulkan masalah yang gawat, akan tetapi perlu diketahui penyebabnya. Mungkin suatu penyakit masih dapat diperbaiki.

3. *Low vision* sedang

Dengan kacamata kuat atau kaca pembesar masih dapat membaca dengan cepat.

4. *Low vision* berat

Masih mungkin orientasi dan mobilitas umum akan tetapi mendapat kesukaran pada lalu lintas dan melihat nomor mobil. Untuk membaca diperlukan lensa pembesar kuat. Membaca menjadi lambat.

5. *Low vision* nyata

Bertambahnya masalah orientasi dan mobilisasi. Diperlukan tongkat putih untuk mengenal lingkungan. Hanya minat yang kuat masih mungkin membaca dengan kaca pembesar. Umumnya memerlukan *Braille*, radio, pustaka kaset.

6. Hampir buta

Penglihatan kurang dari 4 kaki untuk menghitung jari. Penglihatan tidak bermanfaat, kecuali pada keadaan tertentu. Harus mempergunakan alat nonvisual.

7. Buta total

Tidak mengenal rangsangan sinar sama sekali. Seluruhnya tergantung pada alat indera lainnya atau tidak mata (Ilyas S, 2010).

Di bawah ini ditunjukkan tabel penggolongan keadaan tajam penglihatan normal, tajam penglihatan kurang (*low vision*) dan tajam penglihatan dalam keadaan buta.

Sistem desimal	Snellen Jarak 6 meter	Snellen Jarak 20 kaki	Efisiensi Penglihatan
2.0	6/3	20/10	
1.33	6/5	20/15	100%
1.0	6/6	20/20	100%
0.8	6/7.5	20/25	95%

Tabel 2.3 Tajam Penglihatan Normal

(Ilyas S, 2010)

Sistem desimal	Snellen Jarak 6 meter	Snellen Jarak 20 kaki	Efisiensi Penglihatan
0.7	6/9	20/30	90%
0.6	5/9	15/25	
0.5	6/12	20/40	85%
0.4	6/15	20/50	75%
0.33	6/18	20/60	
0.285	6/21	20/70	

Tabel 2.4 Tajam Penglihatan Hampir Normal

(Ilyas S, 2010)

Sistem desimal	Snellen Jarak 6 meter	Snellen Jarak 20 kaki	Efisiensi Penglihatan
0.25	6/24	20/80	60%
0.2	6/30	20/100	50%
	6/38	20/125	40%

Tabel 2.5 Tajam Penglihatan *Low Vision* Sedang

(Ilyas S, 2010)

Sistem desimal	Snellen Jarak 6 meter	Snellen Jarak 20 kaki	Efisiensi Penglihatan
0.1	6/60	20/200	20%
0.066	6/90	20/300	15%
0.05	6/120	20/400	10%

Tabel 2.6 Tajam Penglihatan *Low Vision* Berat

(Ilyas S, 2010)

Sistem desimal	Snellen Jarak 6 meter	Snellen Jarak 20 kaki	Efisiensi Penglihatan
0.025	6/240	20/800	5%

Tabel 2.7 Tajam Penglihatan *Low Vision* Nyata

(Ilyas S, 2010)

2.3.4 Penurunan Tajam Penglihatan

Penurunan tajam penglihatan dapat disebabkan oleh kelainan yang timbul di sepanjang jaras optik dan jaras penglihatan neurologik. Jadi, pemeriksa harus mempertimbangkan adanya kelainan refraksi (fokus), ptosis, pengeruhan atau gangguan media mata (misalnya edema kornea, katarak, atau perdarahan dalam vitreus atau *aqueous humor*), dan gangguan fungsi retina (makula), nervus optikus, atau jaras penglihatan intrakranial (Riordan-Eva P dan Witcher, 2009).

Penurunan tajam penglihatan sentral harus dibedakan dari yang perifer. Yang perifer dapat bersifat fokal, seperti skotoma atau lebih luas, seperti pada hemianopia. Kelainan jaras penglihatan intrakranial biasanya lebih mengganggu lapang panjang daripada tajam penglihatan (Riordan-Eva P dan Witcher, 2009).

Penurunan ketajaman penglihatan dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti usia, kesehatan mata dan tubuh dan latar belakang pasien. Ketajaman penglihatan cenderung menurun sesuai dengan meningkatnya usia seseorang. Jenis kelamin bukan merupakan suatu faktor yang mempengaruhi ketajaman penglihatan seseorang (Xu L, Li J, Cui T, *et al*, 2005).

2.4 Gadget

Hornby (2000) mendefinisikan *gadget* adalah sebuah (alat/barang elektronik) teknologi kecil yang memiliki fungsi khusus, tetapi sering diasosiasikan sebagai sebuah inovasi/ barang baru. Yang dimaksud dengan *gadget* menurut Lenhart (2010) adalah alat elektronik *mobile* yang memiliki berbagai macam fungsi seperti *mobile phone*, *mp3 players*, *gaming console*, atau peralatan *wireless* lainnya.

2.4.1 *Smartphone*

2.4.1.1 Pengertian *Smartphone*

Telepon cerdas (*smartphone*) adalah telepon genggam yang mempunyai kemampuan tingkat tinggi, kadang-kadang dengan fungsi yang menyerupai komputer. Belum ada standar pabrik yang menentukan arti telepon cerdas. Bagi beberapa orang, telepon pintar merupakan telepon yang bekerja menggunakan seluruh perangkat lunak sistem operasi yang menyediakan hubungan standar dan mendasar bagi pengembang aplikasi. Bagi yang lainnya, telepon cerdas hanyalah merupakan sebuah telepon yang menyajikan fitur canggih seperti surel (surat elektronik), internet dan kemampuan membaca buku elektronik (*e-book*) atau terdapat papan ketik (baik sebagaimana jadi maupun dihubung keluar) dan penyambung VGA. Dengan kata lain, telepon cerdas merupakan komputer kecil yang mempunyai kemampuan sebuah telepon. (Jocom, 2013)

Menurut Brusco (2010), *smartphone* adalah *mobile phone* yang memiliki fungsi seperti sistem komputerisasi, pengiriman pesan (*email*), akses internet dan memiliki berbagai aplikasi sebagai sarana pencarian informasi seperti kesehatan, olahraga, uang dan berbagai macam topik. Atau bila disimpulkan *smartphone* layaknya komputer namun dalam ukuran kecil. *Smartphone* menjadi sebuah kebutuhan primer untuk pribadi maupun profesional. *Smartphone* sangat cocok bagi profesional yang sering melakukan komunikasi jarak jauh seperti kirim pesan (*email*). Kelebihan yang dimiliki *smartphone* adalah sistem canggih yang berfungsi untuk *download* dan *install* aplikasi dengan waktu singkat. Aplikasi ini seperti program yang ada di desktop komputer, namun tidak rumit dan dapat dibawa kemana-mana. *Smartphone* diciptakan untuk menyediakan berbagai aplikasi yang dapat di *download* dari internet dengan menggunakan

sebuah *operating system* (OS) spesifik seperti Apple dengan iOS, Google Android, Microsoft Windows Mobile dan Windows Phone, Nokia Symbian, RIM BlackBerry OS dan lain-lain. Harga dari aplikasi ini bermacam-macam ada yang berbayar dan ada yang gratis (Cummiskey, 2011). Fitur yang disajikan oleh smartphone bermacam-macam ada fitur multimedia, fitur game, fitur office, atau fitur online.

2.4.1.2 Laptop

Laptop dalam kamus besar bahasa Indonesia mempunyai artian komputer pribadi kecil yang dapat dibawa-bawa dan dapat ditempatkan di pangkuan pengguna, terdiri atas satu perangkat yang mencakupi papan tombol, layar tampilan, mikroprosesor, biasanya dilengkapi dengan baterai yang dapat diisi ulang.

Laptop (dikenal juga dengan istilah *notebook/powerbook*) adalah komputer portabel (kecil dan dapat dibawa ke manamana dengan mudah) yang terintegrasi pada sebuah casing. Beratnya berkisar dari 1 hingga 6 kilogram tergantung dari ukuran, bahan dan spesifikasi. Sumber listrik berasal dari baterai atau A/C adaptor yang dapat digunakan untuk mengisi ulang baterai dan menyalakan laptop itu sendiri. Baterai laptop pada umumnya dapat bertahan sekitar 1 hingga 6 jam bergantung pada cara pemakaian, spesifikasi, dan ukuran baterai. (Khaled, 2009)

Sebagai komputer pribadi, laptop memiliki fungsi yang sama dengan Komputer Desktop meskipun dengan kemampuan yang lebih rendah. Komponen yang terdapat didalamnya adalah sama dengan yang terdapat pada Komputer Desktop dengan ukuran yang diperkecil, lebih ringan, tidak panas dan irit listrik.

Laptop kebanyakan menggunakan layar LCD (Liquid Crystal Display) berukuran 10 inci hingga 17 inci bergantung dari ukuran laptop itu sendiri. Selain itu, keyboard yang terdapat pada laptop juga dilengkapi dengan touchpad atau dikenal juga sebagai trackpad yang berfungsi sebagai penggerak cursor mouse. Keyboard dan Mouse tambahan dapat dipasang melalui soket USB (universal serial bus). Berbeda dengan komputer desktop (PC) laptop atau yang sering juga disebut notebook memiliki komponen-komponen pendukung yang didesain secara khusus. Komponen tersebut didesain untuk mengakomodasi portabilitas dari laptop. Sifat utama yang dimiliki oleh komponen penyusun laptop adalah ukuran yang kecil, hemat dalam konsumsi energi, dan efisien. (Khaled, 2009)

Karena terdapat perbedaan antara PC dengan laptop maka akan terdapat perbedaan-perbedaan antara desain PC dan laptop. Begitu juga jika ditinjau dalam segi ergonomis karena desain keyboard pada laptop menyatu dengan layarnya serta ukuran laptop yang kecil, sehingga menyebabkan karakteristik laptop mempunyai risiko bagi penggunaannya. (Khaled, 2009)

2.4.1.3 Tablet PC

Tablet PC adalah sebuah komputer portable seperti halnya *laptop*. *PC Tablet* dirancang untuk *handwriting recognition* yang mengubah karakter-karakter menjadi teks. Ràfols (2011) dalam jurnal yang berjudul "*Tablets, Apps, and the University: A Rationale for Establishing App Development Centers*" menyatakan bahwa munculnya perangkat *Tablet PC* memungkinkan bagi para sarjana dan ilmuwan untuk berbagi dan mengembangkan penelitiannya diseluruh dunia dengan mudah.

2.5 Pengaruh *Gadget* Terhadap Kesehatan Mata

Gadget sangat berpengaruh terhadap kesehatan mata. Penggunaan *gadget* dengan lama penggunaan yang berlebihan dapat meningkatkan risiko kelelahan mata. Menurut Trevino Pakasi (1999), kelelahan mata adalah suatu kondisi subjektif yang disebabkan oleh penggunaan otot mata secara berlebihan. Sedangkan menurut Suma'mur (1991) kelelahan mata timbul sebagai stress intensif pada fungsi-fungsi mata seperti terhadap otot-otot akomodasi pada pekerjaan yang perlu pengamatan secara teliti atau terhadap retina sebagai akibat ketidaktepatan kontras. (Nurhayati, 2014)

Kelelahan mata disebabkan oleh stress yang terjadi pada fungsi penglihatan. Stress pada otot akomodasi dapat terjadi pada saat seseorang berupaya untuk melihat pada obyek berukuran kecil dan pada jarak yang dekat dalam waktu yang lama. Pada kondisi demikian, otot-otot mata akan bekerja secara terus menerus dan lebih dipaksakan. Ketegangan otot-otot pengakomodasi (otot-otot siliar) semakin besar sehingga terjadi peningkatan asam laktat dan sebagai akibatnya terjadi kelelahan mata, stress pada retina dapat terjadi bila terdapat kontras yang berlebihan dalam lapangan penglihatan dan waktu pengamatan yang cukup lama. (Nurhayati, 2014)

Kelelahan mata dapat menimbulkan gangguan seperti berkurangnya ketajaman penglihatan, sakit kepala, penglihatan seolah ganda, penglihatan silau terhadap cahaya di waktu malam, mata merah, radang pada selaput mata, dan berbagai masalah penglihatan lainnya. (Pheasant 1994 dalam Nurhayati, 2014)

Kelelahan mata ini banyak dijumpai pada orang yang membaca dengan jarak dekat dan terus-menerus lebih dari dua jam. Kelelahan mata ini dapat terjadi akibat memusatkan pandangan hanya pada satu titik dimana obyek yang

dilihat terlalu kecil, kurang terang, bergerak, dan bergetar (Fauzi, 2006). Dari pernyataan tersebut, bisa kita lihat bahwa penggunaan gadget juga membutuhkan pemusatan pandangan pada satu titik dan pengguna gadget tidak jarang yang menggunakannya dengan jarak dekat dan terus-menerus.

Kelelahan mata dikenal sebagai Astenopia yaitu kelelahan okular atau ketegangan pada organ visual dimana terjadi gangguan pada mata dan sakit kepala sehubungan dengan penggunaan mata secara intensif. Terdapat tiga jenis astenopia yaitu astenopia akomodatif, astenopia muskuler, dan astenopia neurastenik. Astenopia pada pengguna *gadget* merupakan astenopia akomodatif yang disebabkan oleh kelelahan otot siliaris (Hanum IF, 2008).

